IEC 60099-4

Edition 3.0 2014-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Surge arresters –
Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

Parafoudres –
Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif



IEC 60099-4:2014-06(en-fr)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 179
INTRODUCTION 182
1 Domaine d'application 183
2 Références normatives 183
3 Termes et définitions 184
4 Identification et classification 195
4.1 Identification des parafoudres 195
4.2 Classification des parafoudres 195
5 Caractéristiques assignées et conditions de service 196
5.1 Tensions assignées normalisées 196
5.2 Fréquences assignées normalisées 196
5.3 Valeurs normalisées du courant nominal de décharge 196
5.4 Conditions de service 196
5.4.1 Conditions normales de service 196
5.4.2 Conditions anormales de service 197
6 Exigences 197
6.1 Tenue diélectrique 197
6.2 Tension de référence 197
6.3 Tensions résiduelles 197
6.4 Décharges partielles internes 198
6.5 Taux de fuite 198
6.6 Répartition du courant dans les parafoudres à plusieurs colonnes 198
6.7 Stabilité thermique 198
6.8 Stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 198
6.9 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 199
6.10 Tenue au transfert de charges répétitives 199
6.11 Fonctionnement des parafoudres 199
6.12 Caractéristiques de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre 199
6.13 Comportement aux courants de court-circuit 199
6.14 Dispositif de déconnexion 200
6.14.1 Tenue du dispositif de déconnexion 200
6.14.2 Fonctionnement du dispositif de déconnexion 200
6.15 Exigences pour les éléments de répartition internes 200
6.16 Efforts mécaniques 200
6.16.1 Généralités 200
6.16.2 Moment de flexion 200
6.16.3 Résistance aux contraintes d'environnement 201
6.16.4 Embase isolante et console de montage 201
6.16.5 Valeur de l'effort moyen à la rupture (MBL) 201
6.16.6 Compatibilité électromagnétique 201
6.17 Fin de cycle 201
6.18 Capacité de décharge au choc de foudre 201
7 Conditions générales d'exécution des essais 201
7.1 Appareillage de mesure et précision 201

7.2 Mesures de la tension de référence 202
7.3 Échantillons pour essai 202
7.3.1 Généralités 202
7.3.2 Exigences pour les fractions de parafoudre 203
8 Essais de type (essais de conception) 204
8.1 Généralités 204
8.2 Essais de tenue diélectrique 205
8.2.1 Généralités 205
8.2.2 Essais sur les enveloppes des éléments individuels 206
8.2.3 Essais sur les assemblages de parafoudres complets 206
8.2.4 Caractéristiques de l'air ambiant pendant les essais 206
8.2.5 Modalités des essais sous pluie 206
8.2.6 Essai de tension de tenue au choc de foudre 207
8.2.7 Essai de tension de tenue au choc de manœuvre 207
8.2.8 Essai de tension de tenue à fréquence industrielle 208
8.3 Essais de tension résiduelle 208
8.3.1 Généralités 208
8.3.2 Essai de la tension résiduelle au choc de courant à front raide 209
8.3.3 Essai de la tension résiduelle au choc de foudre 209
8.3.4 Essai de la tension résiduelle au choc de manœuvre 210
8.4 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 210
8.4.1 Généralités 210
8.4.2 Éléments de résistances MO soumis à des contraintes d'une valeur inférieure à U_{ref} 210
8.4.3 Procédure d'essai pour les éléments de résistances MO soumis à des contraintes d'une valeur supérieure ou égale à U_{ref} 212
8.5 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, $Q_{rs,}$ 215
8.5.1 Généralités 215
8.5.2 Procédure d'essai 215
8.5.3 Évaluation de l'essai 217
8.5.4 Valeurs assignées des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, Q_{rs} 217
8.6 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 218
8.6.1 Généralités 218
8.6.2 Exigences pour les fractions de parafoudre 218
8.6.3 Procédure de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre 218
8.7 Essai de fonctionnement des parafoudres 218
8.7.1 Généralités 218
8.7.2 Procédure d'essai 219
8.7.3 Valeurs assignées d'énergie thermique et de charge, W_{th} et Q_{th} 222
8.8 Essai de tension à fréquence industrielle en fonction du temps 223
8.8.1 Généralités 223
8.8.2 Échantillons pour essai 224
8.8.3 Mesures initiales 224
8.8.4 Procédure d'essai 224
8.8.5 Évaluation de l'essai 225
8.9 Essais du dispositif de déconnexion des parafoudres 225

8.9.1 Généralités 225
8.9.2 Essai de tenue du parafoudre 226
8.9.3 Fonctionnement du dispositif de déconnexion 227
8.9.4 Essais mécaniques 228
8.9.5 Essai de cycles de températures et de pompage d'étanchéité 228
8.10 Essais de court-circuit 229
8.10.1 Généralités 229
8.10.2 Préparation des échantillons pour essai 229
8.10.3 Montage de l'échantillon pour essai 235
8.10.4 Essais de court-circuit à courants de forte amplitude 237
8.10.5 Essai de court-circuit à courants de faible amplitude 240
8.10.6 Évaluation des résultats d'essai 240
8.11 Essai de moment de flexion 241
8.11.1 Généralités 241
8.11.2 Vue d'ensemble 241
8.11.3 Préparation des échantillons 241
8.11.4 Procédure d'essai 241
8.11.5 Évaluation de l'essai 242
8.11.6 Essai sur embase isolante et console de montage 242
8.12 Essais d'environnement 242
8.12.1 Généralités 242
8.12.2 Préparation des échantillons 243
8.12.3 Procédure d'essai 243
8.12.4 Évaluation de l'essai 243
8.13 Essai de mesure du taux de fuite 243
8.13.1 Généralités 243
8.13.2 Préparation des échantillons 243
8.13.3 Procédure d'essai 244
8.13.4 Évaluation de l'essai 244
8.14 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 244
8.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 245
8.15.1 Généralités 245
8.15.2 Procédure d'essai 246
8.15.3 Évaluation de l'essai 246
8.16 Essai des éléments de répartition internes 246
8.16.1 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 246
8.16.2 Essai cyclique thermique 247
9 Essais individuels de série et essais de réception 248
9.1 Essais individuels de série 248
9.2 Essais de réception 249
9.2.1 Essais de réception normaux 249
9.2.2 Essai spécial de stabilité thermique 250
10 Exigences d'essai pour les parafoudres à enveloppe synthétique 250
10.1 Domaine d'application 250
10.2 Références normatives 250
10.3 Termes et définitions 250
10.4 Identification et classification 250
10.5 Caractéristiques assignées normalisées et conditions de service 250

10.6 Exigences 251
10.7 Conditions générales d'exécution des essais 251
10.8 Essais de type (essais de conception) 251
10.8.1 Généralités 251
10.8.2 Essais de tenue diélectrique 252
10.8.3 Essais de tension résiduelle 252
10.8.4 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 252
10.8.5 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, $Q_{rs,}$ 252
10.8.6 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 252
10.8.7 Essais de fonctionnement des parafoudres 252
10.8.8 Essai de la tension à fréquence industrielle en fonction du temps 253
10.8.9 Essais du dispositif de déconnexion des parafoudres 253
10.8.10 Essais de court-circuit 253
10.8.11 Essai de moment de flexion 259
10.8.12 Essais d'environnement 267
10.8.13 Essai de mesure du taux de fuite 267
10.8.14 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 268
10.8.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 268
10.8.16 Essai des éléments de répartition internes 268
10.8.17 Essai de vieillissement climatique 268
10.9 Essais individuels de série 269
11 Exigences d'essai pour les parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (parafoudres blindés) 270
11.1 Domaine d'application 270
11.2 Références normatives 270
11.3 Termes et définitions 270
11.4 Identification et classification 270
11.5 Caractéristiques assignées normalisées et conditions de service 271
11.6 Exigences 271
11.6.1 Tensions de tenue 271
11.7 Conditions générales des procédures d'essai 274
11.8 Essais de type (essais de conception) 274
11.8.1 Généralités 274
11.8.2 Essais de tenue diélectrique 274
11.8.3 Essais de tension résiduelle 277
11.8.4 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 277
11.8.5 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, $Q_{rs,}$ 277
11.8.6 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 277
11.8.7 Essais de fonctionnement des parafoudres 277
11.8.8 Essai de la tension à fréquence industrielle en fonction du temps 277
11.8.9 Essais du dispositif de déconnexion des parafoudres 277
11.8.10 Essais de court-circuit 278
11.8.11 Essai de moment de flexion 278
11.8.12 Essais d'environnement 278
11.8.13 Essai de mesure du taux de fuite 278
11.8.14 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 278

11.8.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 278
11.8.16 Essai des éléments de répartition internes 278
11.9 Essais individuels de série 278
11.10 Essais consécutifs à l'installation sur site 278
12 Parafoudres débrochables et parafoudres pour prise 279
12.1 Domaine d'application 279
12.2 Références normatives 279
12.3 Termes et définitions 279
12.4 Identification et classification 279
12.5 Caractéristiques assignées normalisées et conditions de service 279
12.6 Exigences 280
12.7 Conditions générales d'exécution des essais 280
12.8 Essais de type (essais de conception) 280
12.8.1 Généralités 280
12.8.2 Essais de tenue diélectrique 281
12.8.3 Essais de tension résiduelle 282
12.8.4 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 282
12.8.5 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, $Q_{rs,}$ 283
12.8.6 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 283
12.8.7 Essais de fonctionnement des parafoudres 283
12.8.8 Essai de tension à fréquence industrielle en fonction du temps 284
12.8.9 Essais du dispositif de déconnexion 284
12.8.10 Essai de court-circuit 284
12.8.11 Essai de moment de flexion 286
12.8.12 Essais d'environnement 286
12.8.13 Essai de mesure du taux de fuite 286
12.8.14 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 286
12.8.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 286
12.8.16 Essai des éléments de répartition internes 286
12.8.17 Essai de décharges partielles internes 286
12.9 Essais individuels de série et essais de réception 287
13 Parafoudres immergés 287
13.1 Domaine d'application 287
13.2 Références normatives 287
13.3 Termes et définitions 287
13.4 Identification et classification 287
13.5 Caractéristiques assignées normalisées et conditions de service 288
13.6 Exigences 288
13.7 Conditions générales d'exécution des essais 288
13.8 Essais de type (essais de conception) 288
13.8.1 Généralités 288
13.8.2 Essais de tenue diélectrique 289
13.8.3 Essais de tension résiduelle 289
13.8.4 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 289
13.8.5 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, $Q_{rs,}$ 290
13.8.6 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 290

13.8.7 Essais de fonctionnement des parafoudres 290
13.8.8 Essai de la tension à fréquence industrielle en fonction du temps 291
13.8.9 Essais du dispositif de déconnexion des parafoudres 291
13.8.10 Essais de court-circuit 291
13.8.11 Essai de moment de flexion 294
13.8.12 Essais d'environnement 294
13.8.13 Essai de mesure du taux de fuite 294
13.8.14 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 294
13.8.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 294
13.8.16 Essai des éléments de répartition internes 294
13.9 Essais individuels de série et essais de réception 294
Annexe A (normative) Conditions anormales de service 295
Annexe B (normative) Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre 296
Annexe C (normative) Essai sous pollution artificielle relatif à la contrainte thermique des parafoudres à oxyde métallique à enveloppe en porcelaine comportant plusieurs éléments 298
C.1 Glossaire 298
C.1.1 Paramètres mesurés 298
C.1.2 Paramètres calculés 298
C.2 Généralités 299
C.3 Classification de la sévérité du site 302
C.4 Essai préliminaire d'échauffement: mesure de la constante de temps thermique τ et calcul de β 303
C.5 Vérification de la nécessité de réaliser les essais sous pollution 303
C.6 Exigences générales pour l'essai sous pollution 304
C.6.1 Échantillon pour essai 304
C.6.2 Installation d'essai 304
C.6.3 Appareils de mesure et procédures de mesure 304
C.6.4 Préparation de l'essai 306
C.7 Procédures d'essai 306
C.7.1 Méthode de pollution boueuse 306
C.7.2 Méthode du brouillard salin 308
C.8 Évaluation des résultats d'essai 309
C.8.1 Calcul de K_{ie} 309
C.8.2 Calcul de la montée en température en service ΔT_Z prévue 310
C.8.3 Préparation pour l'essai de fonctionnement des parafoudres 311
C.9 Exemple 311
C.9.1 Essai préliminaire d'échauffement 311
C.9.2 Vérification de la nécessité de réaliser l'essai sous pollution 311
C.9.3 Essais au brouillard salin 312
C.9.4 Calculs effectués après cinq cycles d'essai 313
C.9.5 Calculs effectués après 10 cycles d'essai 313
Annexe D (informative) Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres 315
D.1 Renseignements fournis dans les appels d'offres 315
D.1.1 Caractéristiques du réseau 315
D.1.2 Conditions de service 315
D.1.3 Rôle du parafoudre 315

D.1.4 Caractéristiques du parafoudre 316
D.1.5 Matériels et installations supplémentaires 316
D.1.6 Conditions anormales particulières 316
D.2 Renseignements fournis dans les offres 316
Annexe E (informative) Procédure d'essai de vieillissement – Loi d'Arrhenius – Problèmes liés aux températures plus élevées 318
Annexe F (informative) Guide pour la détermination de la répartition de tension dans les parafoudres à oxyde métallique 320
F.1 Généralités 320
F.2 Modélisation du parafoudre 320
F.3 Modélisation des conditions aux limites 321
F.4 Procédure de calcul 321
F.4.1 Représentation capacitive de la colonne de résistances MO 322
F.4.2 Représentation capacitive et résistive de la colonne de résistances MO 322
F.4.3 Détermination de U_{ct} 322
F.5 Exemples de calcul 323
F.5.1 Modélisation du parafoudre et conditions aux limites 323
F.5.2 Effet résistif des résistances à oxyde métallique 323
F.5.3 Résultats et conclusions des calculs de champ électrique 323
Annexe G (normative) Considérations d'ordre mécanique 330
G.1 Essai de moment de flexion 330
G.2 Essai sismique 331
G.3 Définition des efforts mécaniques 331
G.4 Définition du taux de fuite 332
G.5 Calcul du moment de flexion dû au vent 333
G.6 Procédures des essais de moment de flexion pour les parafoudres à enveloppe en porcelaine/résine moulée et les parafoudres à enveloppe synthétique 334
Annexe H (normative) Procédure d'essai pour déterminer la capacité de décharge au choc de foudre 337
H.1 Généralités 337
H.2 Choix des échantillons pour essai 337
H.3 Procédure d'essai 338
H.4 Paramètres de l'essai de capacité de décharge au choc de foudre 338
H.5 Mesures au cours de l'essai de capacité de décharge au choc de foudre 338
H.6 Capacité assignée de décharge au choc de foudre 338
H.7 Liste des valeurs assignées d'énergie 339
H.8 Liste des valeurs assignées de charge 339
Annexe I (normative) Détermination de la température initiale dans les essais incluant la vérification de la stabilité thermique 340
Annexe J (normative) Détermination de la température moyenne d'un parafoudre haute tension à plusieurs éléments 342
Annexe K (informative) Exemple de calcul des paramètres d'essai pour l'essai de fonctionnement des parafoudres (8.7) selon les exigences du (7.3) 345
Annexe L (informative) Comparaison de l'ancien système de classification de l'énergie sur la base des classes de décharge de ligne, avec le nouveau système de classification sur la base des caractéristiques assignées d'énergie thermique pour les essais de fonctionnement des parafoudres et des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives pour les types d'énergie simple 346
Bibliographie 353

Figure 1 – Illustration de la puissance absorbée en fonction du temps pendant l'essai de stabilité à long terme 211
Figure 2 – Procédure d'essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, Q_{rs} 216
Figure 3 – Procédure d'essai de vérification des caractéristiques assignées d'énergie thermique, W_{th}, et des caractéristiques assignées de transfert de charges thermiques, Q_{th}, respectivement 220
Figure 4 – Procédure d'essai de vérification de la caractéristique de la fréquence industrielle en fonction du temps (essai TOV) 223
Figure 5 – Exemples d'éléments de parafoudres 234
Figure 6 – Exemples d'emplacements du fil fusible pour les parafoudres de “Conception A“ 234
Figure 7 – Exemples d'emplacements du fil fusible pour les parafoudres de “Conception B“ 235
Figure 8 – Montage d'essai de court-circuit pour les parafoudres à enveloppe en porcelaine 236
Figure 9 – Montage d'essai de court-circuit pour les parafoudres à enveloppe synthétique 256
Figure 10 – Exemple de circuit d’essai pour réappliquer le circuit prédégradé immédiatement avant l’application du courant d’essai de court-circuit 259
Figure 11 – Essai thermomécanique 263
Figure 12 – Exemple de configuration pour l’essai thermomécanique et orientation de l’effort de flexion 264
Figure 13 – Immersion dans l’eau 265
Figure 14 – Montage d'essai de tenue diélectrique des parafoudres débrochables non blindés 281
Figure C.1 – Logigramme montrant la procédure permettant de déterminer le préchauffage d'un échantillon pour essai 302
Figure F.1 – Installation triphasée type de parafoudres 325
Figure F.2 – Circuit équivalent simplifié multiétages d’un parafoudre 326
Figure F.3 – Géométrie du modèle de parafoudre 327
Figure F.4 – Exemple de caractéristique courant-tension des résistances MO à une température de +20 °C dans la région des courants de fuite 328
Figure F.5 – Répartition de la contrainte de tension calculée le long de la colonne de résistances MO dans le cas B 329
Figure G.1 – Moment de flexion pour un parafoudre à plusieurs éléments 330
Figure G.2 – Définition des efforts mécaniques 332
Figure G.3 – Élément de parafoudre 333
Figure G.4 – Dimensions du parafoudre 334
Figure G.5 – Logigramme des procédures d'essai de moment de flexion 336
Figure J.1 – Détermination de la température moyenne dans le cas d'éléments de parafoudre de mêmes tensions assignées 343
Figure J.2 – Détermination de la température moyenne dans le cas d'éléments de parafoudre de tensions assignées différentes 344
Figure L.1 – Énergie spécifique en kJ par kV de tension assignée en fonction du rapport de la tension résiduelle au choc de manœuvre (U_a) à la valeur efficace de la tension assignée U_r du parafoudre 348

Tableau 1 – Classification des parafoudres 196
Tableau 2 – Valeurs préférentielles des tensions assignées 196
Tableau 3 – Essais de type de parafoudre 205
Tableau 4 – Exigences pour les chocs de courant de grande amplitude 221
Tableau 5 – Valeurs assignées des caractéristiques assignées de transfert de charges thermiques, Q_{rs} 222
Tableau 6 – Exigences d'essai concernant les parafoudres à enveloppe en porcelaine 232
Tableau 7 – Courants exigés pour les essais de court-circuit 238
Tableau 8 – Exigences d'essai concernant les parafoudres à enveloppe synthétique 255
Tableau 9 – Parafoudres blindés triphasés 10 kA et 20 kA – Tensions de tenue exigées 272
Tableau 10 – Parafoudres blindés triphasés 2,5 kA et 5 kA – Tensions de tenue exigées 273
Tableau 11 – Tensions d'essai de tenue diélectrique des parafoudres débrochables non blindés 281
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue diélectrique de l'enveloppe blindée des parafoudres débrochables ou pour prise 282
Tableau 13 – Valeurs de l'essai de décharges partielles pour les parafoudres débrochables et les parafoudres pour prise 287
Tableau C.1 – Charge moyenne externe pour différentes sévérités de la pollution 303
Tableau C.2 – Caractéristiques de l'échantillon utilisé lors de l'essai sous pollution 304
Tableau C.3 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la charge 305
Tableau C.4 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la température 306
Tableau C.5 – Valeurs calculées de $\Delta T_{z\,max}$ pour l'exemple choisi 312
Tableau C.6 – Résultats de l'essai au brouillard salin pour l'exemple choisi 312
Tableau C.7 – Valeurs calculées de ΔT_z et de T_{OD} après 5 cycles pour l'exemple choisi 313
Tableau C.8 – Valeurs calculées de ΔT_z et de T_{OD} après 10 cycles pour l'exemple choisi 314
Tableau E.1 – Durée de vie minimale prévisible démontrée 318
Tableau E.2 – Relation entre durée d'essai à 115 °C et durée équivalente à la limite supérieure de la température ambiante 318
Tableau F.1 – Résultats d'exemples de calcul 324
Tableau L.1 – Valeurs de crête des courants pour l'essai de tension résiduelle au choc de manœuvre 346
Tableau L.2 – Paramètres pour l'essai de décharge de ligne sur les parafoudres 20 000 A et 10 000 A 347
Tableau L.3 – Comparaison du système de classification selon l'IEC 60099-4:2009 (Ed.2.2) et l'IEC 60099-4:2014 Éd. 3.0 349

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PARAFOUDRES –

Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La présente Norme internationale IEC 60099-4 a été établie par le comité d'études 37 de l'IEC: Parafoudres.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- Un nouveau concept de classification des parafoudres et d'essai de tenue énergétique a été introduit: la classification de décharge de ligne a été remplacée par une classification fondée sur les caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives (Q_{rs}), ainsi que sur les caractéristiques assignées d'énergie thermique (W_{th}) et les caractéristiques

assignées de transfert de charges thermiques (Q_{th}), respectivement. Les exigences dépendent de l'application prévue du parafoudre, qu'il s'agisse d'un parafoudre de classe de distribution (de I_n = 2,5 kA, 5 kA ou 10 kA) ou d'un parafoudre de classe de poste (de I_n = 10 kA ou 20 kA). Le nouveau concept différencie clairement le choc de la capacité de traitement de l'énergie thermique, cette différence étant reflétée dans les exigences, ainsi que dans les procédures d'essai associées.

- Des exigences et des essais dédiés aux parafoudres THT (pour les tensions de réseau les plus élevées U_s > 800 kV) ont été introduits.
- Des essais de tension de tenue à fréquence industrielle en fonction du temps – avec et sans service préalable – ont été introduits comme essais de type.
- Des exigences et des essais portant sur les dispositifs de déconnexion ont été ajoutés.
- "Série d'essais B: 5 000 h" a été supprimé de l'essai de vieillissement climatique, suivant ainsi la nouvelle approche de l'IEC 62217.
- Les anciennes Annexes C, D, E, H, I et J ont été supprimées. Il a été introduit de nouvelles annexes portant sur la détermination de la température initiale pour les essais concernant la stabilité thermique ainsi que sur la détermination de la répartition de la température axiale le long des parafoudres de grande dimension, de même que des annexes fournissant un exemple de méthode de détermination des exigences en énergie pour l'essai de fonctionnement, et permettant de comparer le nouveau système de classification avec l'ancien système de classe de décharge de ligne.
- Les définitions de nouveaux termes ont été ajoutées.
- Tous les points "à l'étude" précédents ont été résolus ou supprimés.

Les Articles 10 à 13 contiennent des exigences particulières respectivement pour les parafoudres à enveloppe synthétique, les parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (parafoudres blindés), les parafoudres débrochables et parafoudres à prise, et les parafoudres immergés. Celles-ci sont indiquées sous la forme de remplacements, d'ajouts our d'amendements aux articles ou sous-articles concernés.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37/416/FDIS	37/421/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60099, publiées sous le titre général *Parafoudres*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Cette partie de l'IEC 60099 présente les critères minimaux pour les exigences et pour les essais des parafoudres sans éclateur à oxyde métallique utilisés sur les réseaux de puissance en courant alternatif avec U_s supérieure à 1 kV.

PARAFOUDRES –

Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60099 s'applique aux parafoudres à résistance variable à oxyde métallique sans éclateur conçus pour limiter les surtensions sur les circuits d'alimentation à courant alternatif avec U_s supérieure à 1 kV.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

IEC 60068-2-11:1981, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60071-1, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

IEC 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

IEC 60507:2013, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs haute tension en céramique et en verre destinés aux réseaux à courant alternatif*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 60815-2:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 62217, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

IEC 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

IEC 62271-200:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEC 62271-203:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Méthode du profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 4892-3, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

CISPR/TR 18-2, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Partie 2: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1
essais de réception
essais effectués sur les parafoudres ou sur des prélèvements d'une fourniture après accord entre le constructeur et l'utilisateur

3.2
parafoudre à raccorder sur prise
parafoudre pour prise
parafoudre monté dans une enveloppe blindée, assurant l'isolation du système et la continuité du blindage à la terre, et destiné à être installé dans une enceinte pour assurer la protection des matériels et des circuits de distribution enterrés ou montés sur poteaux

Note 1 à l'article: Les parafoudres pour prise sont couramment utilisés aux États-Unis d'Amérique. La plupart des parafoudres pour prise se raccordent sous tension.

Note 2 à l'article: Les parafoudres sont montés dans une enveloppe isolée avec des niveaux de blindage différents, comme le déterminent les exigences de sécurité ou de contact pour l'installation. Les différences entre les descriptions d'un constructeur à un autre concernant le blindage et les degrés de ces différences peuvent être subtiles, mais l'objectif concerne la sécurité et la conductivité de l'enveloppe extérieure afin de permettre, ou non, aux ouvriers de manipuler les parafoudres sous tension et avec ou sans outils de ligne actifs.

3.3
dispositif de déconnexion pour parafoudre
dispositif permettant de déconnecter du réseau un parafoudre en cas de défaillance de ce dernier afin d'éviter un défaut permanent sur le réseau et de signaler de façon visible le parafoudre défectueux

Note 1 à l'article: L'interruption du courant de défaut dans le parafoudre pendant l'ouverture du circuit ne dépend généralement pas du dispositif de déconnexion.



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue
The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue
Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

IEC 60099-4

Edition 3.0 2014-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Surge arresters –
Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

Parafoudres –
Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XH

ICS 29.120.50; 29.240.10

ISBN 978-2-8322-1646-0

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 11
INTRODUCTION 14
1 Scope 15
2 Normative references 15
3 Terms and definitions 16
4 Identification and classification 26
4.1 Arrester identification 26
4.2 Arrester classification 26
5 Standard ratings and service conditions 27
5.1 Standard rated voltages 27
5.2 Standard rated frequencies 27
5.3 Standard nominal discharge currents 27
5.4 Service conditions 27
5.4.1 Normal service conditions 27
5.4.2 Abnormal service conditions 27
6 Requirements 28
6.1 Insulation withstand 28
6.2 Reference voltage 28
6.3 Residual voltages 28
6.4 Internal partial discharges 29
6.5 Seal leak rate 29
6.6 Current distribution in a multi-column arrester 29
6.7 Thermal stability 29
6.8 Long term stability under continuous operating voltage 29
6.9 Heat dissipation behaviour of test sample 29
6.10 Repetitive charge transfer withstand 29
6.11 Operating duty 29
6.12 Power-frequency voltage versus time characteristics of an arrester 29
6.13 Short-circuit performance 30
6.14 Disconnector 30
6.14.1 Disconnector withstand 30
6.14.2 Disconnector operation 30
6.15 Requirements on internal grading components 30
6.16 Mechanical loads 31
6.16.1 General 31
6.16.2 Bending moment 31
6.16.3 Resistance against environmental stresses 31
6.16.4 Insulating base and mounting bracket 31
6.16.5 Mean value of breaking load (MBL) 31
6.16.6 Electromagnetic compatibility 31
6.17 End of life 31
6.18 Lightning impulse discharge capability 31
7 General testing procedure 32
7.1 Measuring equipment and accuracy 32
7.2 Reference voltage measurements 32

7.3 Test samples 32
7.3.1 General 32
7.3.2 Arrester section requirements 33
8 Type tests (design tests) 34
8.1 General 34
8.2 Insulation withstand tests 35
8.2.1 General 35
8.2.2 Tests on individual unit housings 36
8.2.3 Tests on complete arrester assemblies 36
8.2.4 Ambient air conditions during tests 36
8.2.5 Wet test procedure 36
8.2.6 Lightning impulse voltage test 37
8.2.7 Switching impulse voltage test 37
8.2.8 Power-frequency voltage test 37
8.3 Residual voltage tests 38
8.3.1 General 38
8.3.2 Steep current impulse residual voltage test 38
8.3.3 Lightning impulse residual voltage test 39
8.3.4 Switching impulse residual voltage test 39
8.4 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 39
8.4.1 General 39
8.4.2 MO resistor elements stressed below U_{ref} 40
8.4.3 Test procedure for MO resistor elements stressed at or above U_{ref} 41
8.5 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Qrs 44
8.5.1 General 44
8.5.2 Test procedure 45
8.5.3 Test evaluation 46
8.5.4 Rated values of repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 46
8.6 Heat dissipation behaviour of test sample 47
8.6.1 General 47
8.6.2 Arrester section requirements 47
8.6.3 Procedure to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section 47
8.7 Operating duty test 47
8.7.1 General 47
8.7.2 Test procedure 48
8.7.3 Rated thermal energy and charge values, W_{th} and Q_{th} 51
8.8 Power-frequency voltage-versus-time test 52
8.8.1 General 52
8.8.2 Test samples 53
8.8.3 Initial measurements 54
8.8.4 Test procedure 54
8.8.5 Test evaluation 55
8.9 Tests of arrester disconnector 55
8.9.1 General 55
8.9.2 Operating withstand test 55
8.9.3 Disconnector operation 56
8.9.4 Mechanical tests 57
8.9.5 Temperature cycling and seal pumping test 58

8.10 Short-circuit tests 58
8.10.1 General 58
8.10.2 Preparation of the test samples 59
8.10.3 Mounting of the test sample 63
8.10.4 High-current short-circuit tests 64
8.10.5 Low-current short-circuit test 67
8.10.6 Evaluation of test results 67
8.11 Test of the bending moment 67
8.11.1 General 67
8.11.2 Overview 67
8.11.3 Sample preparation 68
8.11.4 Test procedure 68
8.11.5 Test evaluation 68
8.11.6 Test on insulating base and mounting bracket 69
8.12 Environmental tests 69
8.12.1 General 69
8.12.2 Sample preparation 69
8.12.3 Test procedure 69
8.12.4 Test evaluation 70
8.13 Seal leak rate test 70
8.13.1 General 70
8.13.2 Sample preparation 70
8.13.3 Test procedure 70
8.13.4 Test evaluation 70
8.14 Radio interference voltage (RIV) test 70
8.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 72
8.15.1 General 72
8.15.2 Test procedure 72
8.15.3 Test evaluation 72
8.16 Test of internal grading components 72
8.16.1 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 72
8.16.2 Thermal cyclic test 73
9 Routine tests and acceptance tests 74
9.1 Routine tests 74
9.2 Acceptance tests 75
9.2.1 Standard acceptance tests 75
9.2.2 Special thermal stability test 76
10 Test requirements on polymer-housed surge arresters 76
10.1 Scope 76
10.2 Normative references 76
10.3 Terms and definitions 76
10.4 Identification and classification 76
10.5 Standard ratings and service conditions 76
10.6 Requirements 76
10.7 General testing procedure 77
10.8 Type tests (design tests) 77
10.8.1 General 77
10.8.2 Insulation withstand tests 77

10.8.3 Residual voltage tests 77
10.8.4 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 78
10.8.5 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 78
10.8.6 Heat dissipation behaviour of test sample 78
10.8.7 Operating duty tests 78
10.8.8 Power frequency voltage-versus-time test 78
10.8.9 Tests of arrester disconnector 79
10.8.10 Short-circuit tests 79
10.8.11 Test of the bending moment 85
10.8.12 Environmental tests 92
10.8.13 Seal leak rate test 92
10.8.14 Radio interference voltage (RIV) test 92
10.8.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 92
10.8.16 Test of internal grading components 92
10.8.17 Weather ageing test 92
10.9 Routine tests 94
11 Test requirements on gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters) 94
11.1 Scope 94
11.2 Normative references 94
11.3 Terms and definitions 94
11.4 Identification and classification 94
11.5 Standard ratings and service conditions 95
11.6 Requirements 95
11.6.1 Withstand voltages 95
11.7 General testing procedures 98
11.8 Type tests (design tests) 98
11.8.1 General 98
11.8.2 Insulation withstand tests 98
11.8.3 Residual voltage tests 101
11.8.4 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 101
11.8.5 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 101
11.8.6 Heat dissipation behaviour of test sample 101
11.8.7 Operating duty tests 101
11.8.8 Power frequency voltage-versus-time test 101
11.8.9 Tests of arrester disconnector 101
11.8.10 Short-circuit tests 101
11.8.11 Test of the bending moment 101
11.8.12 Environmental tests 102
11.8.13 Seal leak rate test 102
11.8.14 Radio interference voltage (RIV) test 102
11.8.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 102
11.8.16 Test of internal grading components 102
11.9 Routine tests 102
11.10 Test after erection on site 102
12 Separable and dead-front arresters 102
12.1 Scope 102
12.2 Normative references 103
12.3 Terms and definitions 103

12.4 Identification and classification 103
12.5 Standard ratings and service conditions 103
12.6 Requirements 103
12.7 General testing procedure 104
12.8 Type tests (design tests) 104
12.8.1 General 104
12.8.2 Insulation withstand tests 104
12.8.3 Residual voltage tests 106
12.8.4 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 106
12.8.5 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 107
12.8.6 Heat dissipation behaviour of test sample 107
12.8.7 Operating duty tests 107
12.8.8 Power-frequency voltage versus time test 108
12.8.9 Tests of disconnector 108
12.8.10 Short-circuit test 108
12.8.11 Test of the bending moment 109
12.8.12 Environmental tests 109
12.8.13 Seal leak rate test 109
12.8.14 Radio interference voltage (RIV) test 109
12.8.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 110
12.8.16 Test of internal grading components 110
12.8.17 Internal partial discharge test 110
12.9 Routine tests and acceptance tests 110
13 Liquid-immersed arresters 110
13.1 Scope 110
13.2 Normative references 111
13.3 Terms and definitions 111
13.4 Identification and classification 111
13.5 Standard ratings and service conditions 111
13.6 Requirements 111
13.7 General testing procedure 112
13.8 Type tests (design tests) 112
13.8.1 General 112
13.8.2 Insulation withstand tests 112
13.8.3 Residual voltage tests 112
13.8.4 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 113
13.8.5 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 113
13.8.6 Heat dissipation behaviour of test sample 114
13.8.7 Operating duty tests 114
13.8.8 Power frequency voltage-versus-time test 114
13.8.9 Tests of arrester disconnector 114
13.8.10 Short-circuit tests 114
13.8.11 Test of the bending moment 116
13.8.12 Environmental tests 116
13.8.13 Seal leak rate test 117
13.8.14 Radio interference voltage (RIV) test 117
13.8.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 117
13.8.16 Test of internal grading components 117

13.9 Routine tests and acceptance tests 117
Annex A (normative) Abnormal service conditions 118
Annex B (normative) Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section 119
Annex C (normative) Artificial pollution test with respect to the thermal stress on porcelain housed multi-unit metal-oxide surge arresters 121
C.1 Glossary 121
C.1.1 Measured quantities 121
C.1.2 Calculated quantities 121
C.2 General 122
C.3 Classification of site severity 125
C.4 Preliminary heating test: measurement of the thermal time constant τ and calculation of β 125
C.5 Verification of the need to perform the pollution tests 126
C.6 General requirements for the pollution test 126
C.6.1 Test sample 126
C.6.2 Testing plant 127
C.6.3 Measuring devices and measuring procedures 127
C.6.4 Test preparation 129
C.7 Test procedures 129
C.7.1 Slurry method 129
C.7.2 Salt fog method 131
C.8 Evaluation of test results 132
C.8.1 Calculation of K_{ie} 132
C.8.2 Calculation of the expected temperature rise ΔT_Z in service 133
C.8.3 Preparation for the operating duty test 133
C.9 Example 133
C.9.1 Preliminary heating test 134
C.9.2 Verification of the need to perform the pollution test 134
C.9.3 Salt fog tests 134
C.9.4 Calculation performed after five test cycles 135
C.9.5 Calculation performed after 10 test cycles 136
Annex D (informative) Typical information given with enquiries and tenders 137
D.1 Information given with enquiry 137
D.1.1 System data 137
D.1.2 Service conditions 137
D.1.3 Arrester duty 137
D.1.4 Characteristics of arrester 138
D.1.5 Additional equipment and fittings 138
D.1.6 Any special abnormal conditions 138
D.2 Information given with tender 138
Annex E (informative) Ageing test procedure – Arrhenius law – Problems with higher temperatures 139
Annex F (informative) Guide for the determination of the voltage distribution along metal-oxide surge arresters 141
F.1 General 141
F.2 Modelling of the surge arrester 141
F.3 Modelling of the boundary conditions 142
F.4 Calculation procedure 142

F.4.1 Capacitive representation of the MO resistor column 142
F.4.2 Capacitive and resistive representation of the MO resistor column 143
F.4.3 Determination of U_{ct} 143
F.5 Example calculations 143
F.5.1 Modelling of the arrester and the boundary conditions 144
F.5.2 Resistive effects of the metal-oxide MO resistors 144
F.5.3 Results and conclusions from electric field calculations 144
Annex G (normative) Mechanical considerations 149
G.1 Test of bending moment 149
G.2 Seismic test 150
G.3 Definition of mechanical loads 150
G.4 Definition of seal leak rate 151
G.5 Calculation of wind-bending-moment 152
G.6 Procedures of tests of bending moment for porcelain/cast resin and polymer-housed arresters 153
Annex H (normative) Test procedure to determine the lightning impulse discharge capability 155
H.1 General 155
H.2 Selection of test samples 155
H.3 Test procedure 156
H.4 Test parameters for the lightning impulse discharge capability test 156
H.5 Measurements during the lightning impulse discharge capability test 156
H.6 Rated lightning impulse discharge capability 156
H.7 List of rated energy values 157
H.8 List of rated charge values 157
Annex I (normative) Determination of the start temperature in tests including verification of thermal stability 158
Annex J (normative) Determination of the average temperature of a multi-unit high-voltage arrester 159
Annex K (informative) Example calculation of test parameters for the operating duty test (8.7) according to the requirements of 7.3 161
Annex L (informative) Comparison of the old energy classification system based on line discharge classes and the new classification system based on thermal energy ratings for operating duty tests and repetitive charge transfer ratings for repetitive single event energies 162
Bibliography 168

Figure 1 – Illustration of power losses versus time during long term stability test 41
Figure 2 – Test procedure to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 45
Figure 3 – Test procedure to verify the thermal energy rating, W_{th}, and the thermal charge transfer rating, Q_{th}, respectively 49
Figure 4 – Test procedure to verify the power frequency versus time characteristic (TOV test) 53
Figure 5 – Examples of arrester units 62
Figure 6 – Examples of fuse wire locations for “Design A“ arresters 62
Figure 7 – Examples of fuse wire locations for “Design B“ arresters 63
Figure 8 – Short-circuit test setup for porcelain-housed arresters 63
Figure 9 – Short-circuit test setup for polymer-housed arresters 82

Figure 10 – Example of a test circuit for re-applying pre-failing circuit immediately before applying the short-circuit test current 84
Figure 11 – Thermomechanical test 88
Figure 12 – Example of the test arrangement for the thermomechanical test and direction of the cantilever load 89
Figure 13 – Water immersion 90
Figure 14 – Test set-up for insulation withstand test of unscreened separable arresters 105
Figure C.1 – Flow-chart showing the procedure for determining the preheating of a test sample 124
Figure F.1 – Typical three-phase arrester installation 145
Figure F.2 – Simplified multi-stage equivalent circuit of an arrester 146
Figure F.3 – Geometry of arrester model 147
Figure F.4 – Example of voltage-current characteristic of MO resistors at +20 °C in the leakage current region 148
Figure F.5 – Calculated voltage stress along the MO resistor column in case B 148
Figure G.1 – Bending moment – multi-unit surge arrester 149
Figure G.2 – Definition of mechanical loads 151
Figure G.3 – Surge arrester unit 152
Figure G.4 – Surge-arrester dimensions 153
Figure G.5 – Flow chart of bending moment test procedures 154
Figure J.1 – Determination of average temperature in case of arrester units of same rated voltages 160
Figure J.2 – Determination of average temperature in case of arrester units of different rated voltages 160
Figure L.1 – Specific energy in kJ per kV rating dependant on the ratio of switching impulse residual voltage (U_a) to the r.m.s. value of the rated voltage U_r of the arrester 163

Table 1 – Arrester classification 26
Table 2 – Preferred values of rated voltages 27
Table 3 – Arrester type tests 35
Table 4 – Requirements for high current impulses 50
Table 5 – Rated values of thermal charge transfer rating, Q_{th} 52
Table 6 – Test requirements for porcelain housed arresters 61
Table 7 – Required currents for short-circuit tests 65
Table 8 – Test requirements for polymer-housed arresters 81
Table 9 – 10 kA and 20 kA three–phase GIS–arresters – Required withstand voltages 96
Table 10 – 2,5 kA and 5 kA three – phase – GIS arresters – Required withstand voltages 97
Table 11 – Insulation withstand test voltages for unscreened separable arresters 105
Table 12 – Insulation withstand test voltages for dead-front arresters or separable arresters in a screened/shielded housing 106
Table 13 – Partial discharge test values for separable and dead-front arresters 110
Table C.1 – Mean external charge for different pollution severities 125
Table C.2 – Characteristic of the sample used for the pollution test 127
Table C.3 – Requirements for the device used for the measurement of the charge 127

Table C.4 – Requirements for the device used for the measurement of the temperature 128
Table C.5 – Calculated values of $\Delta T_{Z\ max}$ for the selected example 134
Table C.6 – Results of the salt fog test for the selected example 135
Table C.7 – Calculated values of ΔT_Z and of T_{OD} after 5 cycles for the selected example 136
Table C.8 – Calculated values of ΔT_Z and of T_{OD} after 10 cycles for the selected example 136
Table E.1 – Minimum demonstrated lifetime prediction 139
Table E.2 – Relationship between test durations at 115 ^{o}C and equivalent time at upper limit of ambient temperature 139
Table F.1 – Results from example calculations 145
Table L.1 – Peak currents for switching impulse residual voltage test 162
Table L.2 – Parameters for the line discharge test on 20 000 A and 10 000 A arresters 163
Table L.3 – Comparison of the classification system according to IEC 60099-4:2009 (Ed.2.2) and to IEC 60099-4:2014 (Ed.3.0) 165

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURGE ARRESTERS –

Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard 60099-4 has been prepared by IEC technical committee 37: Surge arresters.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- A new concept of arrester classification and energy withstand testing was introduced: the line discharge classification was replaced by a classification based on repetitive charge transfer rating (Q_{rs}), as well as on thermal energy rating (W_{th}) and thermal charge transfer rating (Q_{th}), respectively. Requirements depend on the intended arrester application, being either a distribution class arrester (of I_n = 2,5 kA; 5 kA or 10 kA) or a station class arrester (of I_n = 10 kA or 20 kA). The new concept clearly differentiates between impulse and thermal energy handling capability, which is reflected in the requirements as well as in the related test procedures.
- Requirements and tests for UHV arresters (for highest system voltages U_s > 800 kV) were introduced.
- Power-frequency voltage versus time tests – with and without prior duty – were introduced as type tests.
- Requirements and tests on disconnectors were added.
- "Test series B: 5 000 h" was removed from the weather ageing test, thus following the new approach of IEC 62217.
- Former Annexes C, D, E, H, I and J were removed. New Annexes for determining the start temperature for tests on thermal stability, for determining the axial temperature distribution along tall arresters, for providing an example of how to determine energy requirements for the operating duty test and for comparing the new classification system with the former line discharge class system were introduced.
- Definitions for new terms have been added.
- All former items “under consideration” were resolved or removed.

Clauses 10 to 13 contain particular requirements for polymer-housed surge arresters, gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters), separable and dead-front arresters, and liquid-immersed arresters, respectively. These are indicated in the form of replacements, additions or amendments to the original clauses or subclauses concerned.

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

FDIS	Report on voting
37/416/FDIS	37/421/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60099 series, published under the general title *Surge arresters*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 60099 presents the minimum criteria for the requirements and testing of gapless metal-oxide surge arresters that are applied to a.c. power systems with U_s above 1 kV.

SURGE ARRESTERS –

Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

1 Scope

This part of IEC 60099 applies to non-linear metal-oxide resistor type surge arresters without spark gaps designed to limit voltage surges on a.c. power circuits with U_s above 1 kV.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test kA: Salt mist*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60507:2013, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

IEC TS 60815-2:2008, *Selection and dimensioning of high voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems*

IEC 62217, *Polymeric insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-200:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources - Part 1: General guidance*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 4892-3, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

CISPR/TR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

3.1
acceptance tests
tests made on arresters or representative samples after agreement between manufacturer and user

3.2
arrester – dead-front type
dead-front arrester
arrester assembled in a screened/shielded housing providing system insulation and conductive ground shield, intended to be installed in an enclosure for the protection of underground and pad-mounted distribution equipment and circuits

Note 1 to entry: The use of dead-front arresters is common in the USA. Most dead-front arresters are load-break arresters.

Note 2 to entry: The arresters are assembled in an insulated housing with varying levels of shielding and screening as determined by safety or contact requirements for the installation. The differences between the descriptions from one manufacturer to another in regard to shielding, screening and degrees of such can be very subtle, but the focus is on safety and conductivity of the exterior housing to either permit, or not, workers to handle the arresters energized and with or without live line tools.

3.3
arrester disconnector
device for disconnecting an arrester from the system in the event of arrester failure, to prevent a persistent fault on the system and to give visible indication of the failed arrester

Note 1 to entry: Clearing of the fault current through the arrester during disconnection generally is not a function of the device.

3.4
arrester – liquid-immersed type
liquid-immersed arrester
arrester designed to be immersed in an insulating liquid

3.5
arrester – separable type
separable arrester
arrester assembled in an insulated or screened/shielded housing providing system insulation, intended to be installed in an enclosure for the protection of distribution equipment and systems