IEC 62271-4

Edition 2.0 2022-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for gases for insulation and/or switching

Appareillage à haute tension – Partie 4: Procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 29.130.10; 29.130.99

ISBN 978-2-8322-4025-0

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 15
INTRODUCTION 17
1 Scope 18
2 Normative references 18
3 Terms and definitions 19
3.1 General terms and definitions 19
3.2 Terms and definitions for SF_6 24
3.3 Terms and definitions for SF_6 mixtures 24
3.4 Terms and definitions for compressed air 25
3.5 Terms and definitions for natural-origin gases 26
3.6 Terms and definitions for $C_5F_{10}O$ (C5-FK) in mixtures with N_2, CO_2, O_2 (C5-FK mixtures) 27
3.7 Terms and definitions for C_4F_7N (C4-FN) in mixtures with N_2, CO_2, O_2 (C4-FN mixtures) 28
4 Gas handling during installation, commissioning and after repair or overhaul on site 29
4.1 General 29
4.2 Evacuation, filling and quality checking 30
4.3 Topping-up of pre-filled gas compartments to the filling pressure/density for insulation and/or switching 33
4.4 Filling sealed pressure systems 35
5 Gas handling during normal service life 35
5.1 Topping-up of gas to the filling pressure/density for insulation and/or switching 35
5.2 Checking the quality of the gas 37
5.2.1 General 37
5.2.2 On-site measurement of the quality of gases with portable measurement equipment 37
5.2.3 Sampling and shipment of gases for off-site analysis 38
5.3 Rectifying the composition of a gas mixture 38
6 Recovery and reclaiming of gases during maintenance, repair, overhaul or dismantling on-site 39
6.1 General 39
6.2 Recovery and reclaiming of non-arced or normally arced gases from any gas compartment 39
6.3 Recovery and reclaiming from any gas compartment containing heavily arced gas 41
7 End-of-life of electric power equipment 43
7.1 General 43
7.2 End-of-life of controlled or closed pressure systems 44
7.3 End-of-life of sealed pressure systems 44
7.4 Gas recovery and reclaiming at the end-of-life of sealed pressure systems 45
7.5 Dismantling of electric power equipment (informative) 49
Annex A (informative) Sulphur hexafluoride (SF_6) 50
A.1 Gas properties 50
A.2 Safety and first aid 50
A.2.1 General 50

A.2.2 Protection of personnel 51
A.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 53
A.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 53
A.2.5 Personal safety and protective equipment 53
A.2.6 Facilities and services 54
A.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of SF_6 54
A.2.8 First aid equipment and treatment 54
A.3 Environmental impact 55
A.4 Training and certification 55
A.4.1 General 55
A.4.2 Training 56
A.4.3 Certification 57
A.5 Storage and transportation 57
A.5.1 General 57
A.5.2 Storage of containers filled with SF_6 57
A.5.3 Transportation of containers filled with SF_6 58
A.5.4 Storage and transportation of electric power equipment containing SF_6 59
A.5.5 Responsibilities 60
A.6 Description of handling equipment 60
A.6.1 General 60
A.6.2 Filters 61
A.6.3 Vacuum pump 62
A.6.4 Main and vacuum compressors 63
A.6.5 Outlet compressor 63
A.6.6 External and internal gas storage containers 63
A.6.7 Evaporator and gas storage container heater 63
A.6.8 Gas piping and pipe junctions 64
A.6.9 Control instruments 64
A.6.10 Safety valves 64
A.6.11 Flexible hose connections 64
A.6.12 Portable devices for gas measurement 64
A.6.13 Gas leakage tester 66
A.6.14 Gas concentration alarm systems 66
A.6.15 Gas sampling cylinders 67
A.7 Reclaiming procedures 67
A.8 By-products 67
A.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of by-products 67
A.10 Handling of SF_6 67
A.10.1 General 67
A.10.2 Filling gas compartments with SF_6 67
A.10.3 Topping-up gas compartments with SF_6 to the filling pressure for insulation and/or switching 67
A.10.4 Checking the quality of SF_6 67
A.10.5 Recovery and reclaim of SF_6 67
A.11 Specifications for SF_6 needed for filling or topping-up electric power equipment 67
Annex B (informative) SF_6 mixtures 68

B.1 Gas properties 68
B.1.1 General 68
B.1.2 Chemical properties 68
B.1.3 Physical properties 68
B.1.4 Insulating and switching behaviour 69
B.2 Safety and first aid 70
B.2.1 General 70
B.2.2 Protection of personnel 70
B.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 70
B.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 70
B.2.5 Personal safety and protective equipment 70
B.2.6 Facilities and services 70
B.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of SF_6 mixtures 70
B.2.8 First aid equipment and treatment 70
B.3 Environmental impact 70
B.4 Training and certification 70
B.4.1 General 70
B.4.2 Training 71
B.4.3 Certification 71
B.5 Storage and transportation 71
B.5.1 General 71
B.5.2 Storage of containers filled with SF_6 mixture 71
B.5.3 Transportation of containers filled with SF_6 mixture 73
B.5.4 Storage and transportation of electric power equipment containing SF_6 mixture 74
B.5.5 Responsibilities 75
B.6 Description of handling equipment 75
B.6.1 General 75
B.6.2 Filters 77
B.6.3 Vacuum pump 77
B.6.4 Main and vacuum compressors 77
B.6.5 Outlet compressor 77
B.6.6 External and internal gas storage containers 77
B.6.7 Evaporator and gas storage container heater 77
B.6.8 Gas piping and pipe junctions 77
B.6.9 Control instruments 77
B.6.10 Safety valves 77
B.6.11 Flexible hose connections 77
B.6.12 Portable devices for gas measurement 77
B.6.13 Gas leakage tester 78
B.6.14 Gas concentration alarm systems 78
B.6.15 Gas sampling cylinders 79
B.6.16 Gas mixing unit 79
B.7 Reclaiming procedures 79
B.8 By-products 79
B.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of by-products 79
B.10 Handling of SF_6 mixtures 79
B.10.1 General 79

B.10.2 Filling gas compartments with SF_6 mixtures 80
B.10.3 Topping-up gas compartments with SF_6 mixtures to the filling pressure for insulation and/or switching 80
B.10.4 Checking the quality of SF_6 mixtures 81
B.10.5 Recovery and reclaim of SF_6 mixtures 81
B.10.6 Rectifying the composition of SF_6 mixtures 82
B.11 Specifications for SF_6 mixtures needed for filling or topping-up electric power equipment 82
Annex C (informative) Compressed air 83
C.1 Gas properties 83
C.1.1 General 83
C.1.2 Chemical properties 83
C.1.3 Physical properties 83
C.1.4 Insulating and switching behaviour 84
C.2 Safety and first aid 84
C.2.1 General 84
C.2.2 Protection of personnel 85
C.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 86
C.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 86
C.2.5 Personal safety and protective equipment 87
C.2.6 Facilities and services 88
C.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of compressed air 88
C.2.8 First aid equipment and treatment 88
C.3 Environmental impact 89
C.3.1 General 89
C.3.2 Ecotoxicology 89
C.3.3 Ozone depletion 90
C.3.4 Global warming/climate change (greenhouse effect) 90
C.3.5 Environmental impact of by-products 90
C.4 Training and certification 90
C.4.1 General 90
C.4.2 Training 90
C.4.3 Certification 91
C.5 Storage and transportation 92
C.5.1 General 92
C.5.2 Storage of containers filled with compressed air 92
C.5.3 Transportation of containers filled with compressed air 92
C.5.4 Storage and transportation of electrical power equipment containing compressed air 93
C.5.5 Responsibilities 93
C.6 Description of handling equipment 93
C.6.1 General 93
C.6.2 Filters 94
C.6.3 Vacuum pump 95
C.6.4 Main and vacuum compressors 96
C.6.5 Outlet compressor 96
C.6.6 External and internal gas storage containers 96
C.6.7 Evaporator and gas storage container heater 96

C.6.8 Gas piping and pipe junctions 96
C.6.9 Control instruments 96
C.6.10 Safety valves 97
C.6.11 Flexible hose connections 97
C.6.12 Portable devices for gas measurement 97
C.6.13 Gas leakage tester 98
C.6.14 Gas concentration alarm systems 98
C.6.15 Gas sampling cylinders 99
C.6.16 Gas purifying and filling device 99
C.7 Reclaiming procedures 100
C.7.1 General 100
C.7.2 Filtering recommendations 100
C.7.3 Transport of used compressed air in gas cylinders and containers by road 100
C.8 By-products 101
C.8.1 General 101
C.8.2 Decomposition of compressed air 101
C.8.3 Corrosion behaviour of compressed air and its by-products 102
C.8.4 Measures for the removal of by-products 102
C.8.5 Physiological characteristics of by-products 102
C.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of by-products 103
C.9.1 General 103
C.9.2 Formation of by-products and health effects 104
C.10 Handling of compressed air 114
C.10.1 General 114
C.10.2 Filling gas compartments with compressed air 114
C.10.3 Topping-up gas compartments with compressed air to the filling pressure for insulation and/or switching 114
C.10.4 Checking the quality of compressed air 114
C.10.5 Recovery and reclaim of compressed air 115
C.11 Specifications for compressed air needed for filling or topping-up electric power equipment 115
Annex D (informative) Natural-origin gases 116
D.1 Gas properties 116
D.1.1 General 116
D.1.2 Chemical properties 116
D.1.3 Physical properties 116
D.1.4 Insulating and switching behaviour 117
D.2 Safety and first aid 117
D.2.1 General 117
D.2.2 Protection of personnel 119
D.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 120
D.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 120
D.2.5 Personal safety and protective equipment 120
D.2.6 Facilities and services 121
D.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of natural-origin gases 122
D.2.8 First aid equipment and treatment 122
D.3 Environmental impact 123
D.3.1 General 123

D.3.2 Ecotoxicology 123
D.3.3 Ozone depletion 124
D.3.4 Global warming/climate change (greenhouse effect) 124
D.3.5 Environmental impact of by-products 124
D.4 Training and certification 124
D.4.1 General 124
D.4.2 Training 125
D.4.3 Certification 126
D.5 Storage and transportation 126
D.5.1 General 126
D.5.2 Storage of containers filled with natural-origin gases 126
D.5.3 Transportation of containers filled with natural-origin gases 127
D.5.4 Storage and transportation of electrical power equipment containing natural-origin gases 128
D.5.5 Responsibilities 129
D.6 Description of handling equipment 129
D.6.1 General 129
D.6.2 Filters 132
D.6.3 Vacuum pump 133
D.6.4 Main and vacuum compressors 133
D.6.5 Outlet compressor 133
D.6.6 External and internal gas storage container 134
D.6.7 Evaporator and gas storage container heater 134
D.6.8 Gas piping and pipe junctions 134
D.6.9 Control instruments 134
D.6.10 Safety valves 134
D.6.11 Flexible hose connections 134
D.6.12 Portable devices for gas measurement 135
D.6.13 Gas leakage tester 137
D.6.14 Gas concentration alarm systems 137
D.6.15 Gas sampling cylinders 137
D.6.16 Gas mixing unit 137
D.6.17 Gas filling unit 138
D.6.18 Gas recovery unit 138
D.6.19 Used gas storage and transportation devices 138
D.7 Reclaiming procedures 138
D.7.1 General 138
D.7.2 Filtering recommendations 139
D.7.3 Transport of used natural-origin gases in gas cylinders and containers by road 139
D.8 By-products 140
D.8.1 General 140
D.8.2 Decomposition of natural-origin gases 140
D.8.3 Corrosion behaviour of natural-origin gases and their by-products 140
D.8.4 Measures for the removal of by-products 141
D.8.5 Physiological characteristics of by-products 141
D.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of gas components and by-products 142
D.9.1 General 142
D.9.2 Formation of by-products and health effects 142

D.10 Handling of natural-origin gases 152
D.10.1 General 152
D.10.2 Filling gas compartments with natural-origin gases 152
D.10.3 Topping-up gas compartments with natural-origin gases 153
D.10.4 Checking the quality of natural-origin gases 153
D.10.5 Recovery and reclaim of natural-origin gases 154
D.10.6 Rectifying the composition of natural-origin gas mixtures 154
D.11 Specifications for natural-origin gases needed for filling or topping-up electric power equipment 155
Annex E (informative) $C_5F_{10}O$ (C5-FK) in mixtures with N_2, CO_2, O_2 (C5-FK mixtures) 156
E.1 Gas properties 156
E.1.1 General 156
E.1.2 Chemical properties 156
E.1.3 Physical properties 157
E.1.4 Insulating and switching behaviour 158
E.2 Safety and first aid 158
E.2.1 General 158
E.2.2 Protection of personnel 159
E.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 161
E.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 161
E.2.5 Personal safety and protective equipment 162
E.2.6 Facilities and services 163
E.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of C5-FK mixtures 163
E.2.8 First aid equipment and treatment 163
E.3 Environmental impact 164
E.3.1 General 164
E.3.2 Ecotoxicology 164
E.3.3 Ozone depletion 165
E.3.4 Global warming/climate change (greenhouse effect) 165
E.3.5 Environmental impact of by-products 165
E.3.6 Decomposition by UV-light in the upper atmosphere 165
E.4 Training and certification 165
E.4.1 General 165
E.4.2 Training 166
E.4.3 Certification 167
E.5 Storage and transportation 167
E.5.1 General 167
E.5.2 Storage of containers filled with C5-FK or C5-FK mixtures 167
E.5.3 Transportation of containers filled with C5-FK or C5-FK mixtures 169
E.5.4 Storage and transportation of electrical power equipment containing C5-FK mixtures 171
E.5.5 Responsibilities 172
E.6 Description of handling equipment 172
E.6.1 General 172
E.6.2 Filters 174
E.6.3 Vacuum pump 175
E.6.4 Main and vacuum compressors 176

E.6.5 Outlet compressor 176
E.6.6 External and internal gas storage containers 176
E.6.7 Evaporator and gas storage container heater 176
E.6.8 Gas piping and pipe junctions 177
E.6.9 Control instruments 177
E.6.10 Safety valves 177
E.6.11 Flexible hose connections 177
E.6.12 Portable devices for gas measurement 177
E.6.13 Gas leakage tester 179
E.6.14 Gas concentration alarm systems 179
E.6.15 Gas sampling cylinders 179
E.6.16 Gas mixing unit 180
E.6.17 Gas filling unit 180
E.6.18 Gas recovery unit 180
E.6.19 Used gas storage and transportation devices 181
E.7 Reclaiming procedures 181
E.8 By-products 181
E.8.1 General 181
E.8.2 Decomposition of C5-FK mixtures 181
E.8.3 Corrosion behaviour of C5-FK mixtures and their by-products 183
E.8.4 Measures for the removal of by-products 183
E.8.5 Physiological characteristics of by-products 184
E.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of gas components and by-products 184
E.9.1 General 184
E.9.2 Formation of by-products and health effects 185
E.10 Handling of C5-FK mixtures 194
E.10.1 General 194
E.10.2 Filling gas compartments with C5-FK mixtures 194
E.10.3 Topping-up gas compartments with C5-FK mixtures to the filling pressure for insulation and/or switching 195
E.10.4 Checking the quality of C5-FK mixtures 195
E.10.5 Recovery and reclaim of C5-FK mixtures 196
E.10.6 Rectifying the composition of C5-FK mixtures 196
E.11 Specifications for C5-FK mixtures needed for filling or topping-up electric power equipment 196
Annex F (informative) C_4F_7N (C4-FN) in mixtures with N_2, CO_2, O_2 (C4-FN mixtures) 197
F.1 Gas properties 197
F.1.1 General 197
F.1.2 Chemical properties 197
F.1.3 Physical properties 198
F.1.4 Insulating and switching behaviour 199
F.2 Safety and first aid 199
F.2.1 General 199
F.2.2 Protection of personnel 200
F.2.3 Handling of contaminated safety equipment and tools 202
F.2.4 Pressurised equipment and tools or measuring devices 202
F.2.5 Personal safety and protective equipment 202
F.2.6 Facilities and services 203

F.2.7 Additional safety measures in case of sudden release of C4-FN mixtures 203
F.2.8 First aid equipment and treatment 204
F.3 Environmental impact 204
F.3.1 General 204
F.3.2 Ecotoxicology 204
F.3.3 Ozone depletion 205
F.3.4 Global warming/climate change (greenhouse effect) 205
F.3.5 Environmental impact of by-products 205
F.3.6 Decomposition by UV-light in the upper atmosphere 206
F.4 Training and certification 206
F.4.1 General 206
F.4.2 Training 206
F.4.3 Certification 207
F.5 Storage and transportation 208
F.5.1 General 208
F.5.2 Storage of containers filled with C4-FN or C4-FN mixtures 208
F.5.3 Transportation of containers filled with C4-FN or C4-FN mixtures 210
F.5.4 Storage and transportation of electrical power equipment containing C4-FN mixtures 212
F.5.5 Responsibilities 213
F.6 Description of handling equipment 213
F.6.1 General 213
F.6.2 Filters 215
F.6.3 Vacuum pump 216
F.6.4 Main and vacuum compressors 217
F.6.5 Outlet compressor 217
F.6.6 External and internal gas storage containers 217
F.6.7 Evaporator and gas storage container heater 217
F.6.8 Gas piping and pipe junctions 218
F.6.9 Control instruments 218
F.6.10 Safety valves 218
F.6.11 Flexible hose connections 218
F.6.12 Portable devices for gas measurement 218
F.6.13 Gas leakage tester 220
F.6.14 Gas concentration alarm systems 220
F.6.15 Gas sampling cylinder 220
F.6.16 Gas mixing unit 221
F.6.17 Gas filling unit 221
F.6.18 Gas recovery unit 221
F.6.19 Used gas storage and transportation devices 222
F.7 Reclaiming procedures 222
F.8 By-products 222
F.8.1 General 222
F.8.2 Decomposition of C4-FN mixtures 222
F.8.3 Corrosion behaviour of C4-FN mixtures and their by-products 224
F.8.4 Measures for the removal of by-products 224
F.8.5 Physiological characteristics of by-products 225
F.9 Procedure to evaluate the potential effects on health of gas components and by-products 225

F.9.1 General 225
F.9.2 Formation of by-products and health effects 226
F.10 Handling of C4-FN mixtures 234
F.10.1 General 234
F.10.2 Filling gas compartments with C4-FN mixtures 234
F.10.3 Topping-up gas compartments with C4-FN mixtures to the filling pressure for insulation and/or switching 235
F.10.4 Checking the quality of C4-FN mixtures 236
F.10.5 Recovery and reclaim of C4-FN mixtures 236
F.10.6 Rectifying the composition of C4-FN mixtures 236
F.11 Specifications for C4-FN mixtures needed for filling or topping-up electric power equipment 236
Bibliography 237

Figure 1 – Evacuation, filling and checking of the quality of the gas after filling 31
Figure 2 – Topping-up of pre-filled gas compartments to the filling pressure/density for insulation and/or switching 34
Figure 3 – Topping-up of a gas to the filling pressure/density for insulation and/or switching 36
Figure 4 – Example of recovery and reclaiming of non-arced or normally arced gas from any gas compartment 40
Figure 5 – Example of recovery and reclaiming of heavily arced gas from any gas compartment 42
Figure 6 – End-of-life of controlled or closed pressure systems 44
Figure 7 – End-of-life of sealed pressure systems 45
Figure 8 – Gas recovery and reclaiming at the end-of-life of sealed pressure systems 46
Figure 9 – Dilution method 48
Figure 10 – Dismantling of electric power equipment 49
Figure A.1 – Pressure-temperature-density diagram for SF_6 50
Figure A.2 – Schematic view of an example of a handling equipment for SF_6 61
Figure B.1 – Schematic view of an example of a handling equipment for SF_6 mixture 76
Figure C.1 – Controlled release of compressed air 94
Figure C.2 – Example of a gas filling and purifying device 99
Figure D.1 – Schematic view of an example of a handling equipment for natural origin gases 131
Figure E.1 – Structure of the C5-FK molecule 156
Figure E.2 – Vapour pressure curve of C5-FK 157
Figure E.3 – Schematic view of an example of a handling equipment for C5-FK mixture 173
Figure F.1 – Structure of the C4-FN molecule 197
Figure F.2 – Vapour pressure curve of C4-FN 198
Figure F.3 – Schematic view of an example of a handling equipment for C4-FN mixture 214

Table 1 – Evacuation, filling and checking of the quality of the gas after filling 32
Table 2 – Topping-up of pre-filled gas compartments to the filling pressure/density for insulation and/or switching 35
Table 3 – Topping-up of a gas to the filling pressure/density for insulation and/or switching 37
Table 4 – Sampling and shipment of gases 38
Table 5 – Example of recovery and reclaiming of non-arced or normally arced gas from any gas compartment 41
Table 6 – Example of recovery and reclaiming of heavily arced gas from any gas compartment 43
Table 7 – Gas recovery at the end-of-life of sealed pressure systems 47
Table A.1 – Measures when working with SF_6 electric power equipment 51
Table A.2 – Safety measures when opening or accessing gas compartments 52
Table A.3 – Examples of container types required for storage and transportation of SF_6 58
Table A.4 – International regulations for shipment of SF_6 59
Table A.5 – Gas measuring devices 64
Table B.1 – Main chemical characteristics of CF_4 and N_2 68
Table B.2 – Main physical characteristics of CF_4 and N_2 69
Table B.3 – Examples of container types required for storage and transportation of SF_6 mixtures and their complementary gases 73
Table B.4 – International regulations for shipment of SF_6 mixtures 74
Table B.5 – Gas measuring devices 78
Table C.1 – Main chemical characteristics of N_2 and O_2 83
Table C.2 – Typical physical characteristics of N_2 and O_2 84
Table C.3 – Measures when working with electric power equipment containing compressed air 85
Table C.4 – Safety measures when opening or accessing gas compartments 86
Table C.5 – Examples of container types required for storage and transportation of compressed air 92
Table C.6 – International regulations for shipment of compressed air 93
Table C.7 – Typical filter types used during release of compressed air to the atmosphere 95
Table C.8 – Gas measuring devices 97
Table C.9 – Exemplary filtering methods 100
Table C.10 – Typical adsorbents for various compressed air contaminants 100
Table C.11 – OELs for NO_2, NO, O_3 and HNO_3 106
Table C.12 – Example calculation of a normal leakage 109
Table C.13 – Example calculation of an abnormal leakage 111
Table C.14 – Example calculation for maintenance 112
Table D.1 – Main chemical characteristics of N_2, O_2 and CO_2 116
Table D.2 – Typical physical characteristics of N_2, O_2 and CO_2 117
Table D.3 – Measures when working with electric power equipment containing natural-origin gases 118
Table D.4 – Safety measures when opening or accessing gas compartments 119

Table D.5 – Examples of container types required for storage and transportation of natural-origin gases 127
Table D.6 – International regulations for shipment of natural-origin gases 128
Table D.7 – Typical filter types used during release of natural-origin gases to the atmosphere 132
Table D.8 – Gas measuring devices 135
Table D.9 – Exemplary filtering operations 139
Table D.10 – Typical adsorbents for various contaminants of natural-origin gases 139
Table D.11 – OELs for NO_2, NO, O_3, CO and HNO_3 144
Table D.12 – Example calculation of a normal leakage 147
Table D.13 – Example calculation of an abnormal leakage 149
Table D.14 – Example calculation for maintenance 150
Table E.1 – Main chemical characteristics C5-FK 157
Table E.2 – Main physical characteristics of C5-FK 158
Table E.3 – Measures when working with electric power equipment containing C5-FK mixtures 159
Table E.4 – Safety measures when opening or accessing gas compartments 160
Table E.5 – Methods for storage of C5-FK 168
Table E.6 – Examples of container types required for storage / transportation of C5-FK 168
Table E.7 – Methods for storage of C5-FK mixtures 169
Table E.8 – Examples of container types required for storage / transportation of C5-FK mixtures 169
Table E.9 – International regulations for shipment of C5-FK 170
Table E.10 – International regulations for shipment of C5-FK mixtures 171
Table E.11 – Typical filter types 175
Table E.12 – Gas measuring devices 177
Table E.13 – OELs and LC50 values for C5-FK mixtures by-products 182
Table E.14 – Example calculation of a normal leakage 189
Table E.15 – Example calculation of an abnormal leakage 191
Table E.16 – Example calculation for maintenance 192
Table E.17 – TWA values of gas components 193
Table F.1 – Main chemical characteristics C4-FN 198
Table F.2 – Main physical characteristics of C4-FN 199
Table F.3 – Measures when working with electric power equipment containing C4-FN mixtures 200
Table F.4 – Safety measures when opening or accessing gas compartments 201
Table F.5 – Methods for storage of C4-FN 208
Table F.6 – Examples of container types required for storage / transportation of C4-FN 208
Table F.7 – Methods for storage of C4-FN mixtures 209
Table F.8 – Examples of container types required for storage and transportation of C4-FN mixtures 210
Table F.9 – International regulations for shipment of C4-FN 210
Table F.10 – International regulations for shipment of C4-FN mixtures 212
Table F.11 – Typical filter types 216
Table F.12 – Gas measuring devices 218

Table F.13 – OELs and LC50 values for C4-FN mixtures by-products 223
Table F.14 – Example calculation of a normal leakage 230
Table F.15 – Example calculation of an abnormal leakage 231
Table F.16 – Example calculation for maintenance 232
Table F.17 – TWA values of gas components 233

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4: Handling procedures for gases for insulation and/or switching

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.

IEC 62271-4 has been prepared by IEC technical committee 17: High-voltage switchgear and controlgear. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 62271-4 published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

a) title has been modified;
b) handling procedures of alternatives to SF_6, which are used for insulation and/or switching, are added;
c) the main clauses are independent from the type of gas;
d) for each gas a separate annex describes gas specific information, handling procedures, safety measure, etc.;

e) information about SF_6 (former Annex E) and about environmental effects of SF_6 and its mixtures (former Annex F) has been moved to IEC 60376;

f) information about by-products of SF_6 and its mixtures (former Annex G), the procedure for evaluating the potential effects on health of by-products of SF_6 and its mixtures (former Annex H) and the cryogenic reclaim of SF_6 (former Annex I) have been moved to IEC 60480.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
17/1124/FDIS	17/1125/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

A list of all parts in the IEC 62271 series, published under the general title *High-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document can involve the use of a patent. IEC takes no position concerning the evidence, validity, and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured IEC that s/he is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information can be obtained from the patent database available at http://patents.iec.ch.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document can be the subject of patent rights other than those in the patent database. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this document to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The gases for insulation and/or switching which are the subjects of this document should be handled in compliance with local regulations, suppliers safety data-sheets, the operating instruction manual of the manufacturer and the safety guidance of the user of the electric power equipment.

Considering the limited information for some of the data which appear in the informative Annex E and Annex F, the reader should be aware that the information related with possible by-products and their possible toxicological effects on health and on the environment is still a matter of study.

Within IEC TC 10 new standards about specifications of technical grade (IEC 63360) and re-use (IEC 63359) for alternatives to SF_6 are being prepared. Therefore, in a later revision of this standard, some of the information will be moved to these new standards, similarly as it has been done for SF_6 and SF_6 mixtures.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4: Handling procedures for gases for insulation and/or switching

1 Scope

This part of IEC 62271 applies to the procedures for handling of gases for insulation and/or switching during installation, commissioning, repair, overhaul, normal and abnormal operations and disposal at the end-of-life of electric power equipment.

These procedures are regarded as minimum requirements to ensure the reliability of electric power equipment, the safety of personnel working with these gases and to minimize the impact on the environment. Additional requirements could be given or specified in the operating instruction manual of the manufacturer.

For each gas, which is known to be used in electric power equipment at the date of the publication of this document, a separate annex describes specifications, handling procedures, safety measures, etc. For gases not covered by these annexes the electric power equipment manufacturer should provide the information needed, following the structure of these annexes. Such gases should also be described in a next edition or in amendments to this edition.

NOTE 1 For the use of this document, high-voltage (HV) is defined as the rated voltage above 1 000 V. However, the term medium-voltage (MV) is commonly used for distribution systems with voltages above 1 kV and generally applied up to and including 52 kV.

NOTE 2 Throughout this document, the term “pressure” stands for “absolute pressure”.

NOTE 3 In this document, percentages of gaseous components, contaminants and by-products, are always percentages per volume, measured at 20 °C, if not otherwise indicated.

NOTE 4 Reference is also made to CIGRE Brochure 802 [1] [1].

NOTE 5 For further details on gases, e.g. ecotoxicology, also refer to the chemical database of the European Chemicals Agency, ECHA (www.echa.europa.eu), which takes the actual tonnage band into consideration.

NOTE 6 If gases for insulation and/or switching are regulated, their designation and regulation origin can be found in the IEC 62474 database (available at https://std.iec.ch/iec62474 [26]).

NOTE 7 When reference to circuit-breakers is made, only gas circuit-breakers are of interest. When vacuum circuit-breakers are of interest, they are explicitly mentioned.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-212:2010, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 212: Electrical insulating solids, liquids and gases* (available at www.electropedia.org)
IEC 60050-212:2010/AMD1:2015
IEC 60050-212:2010/AMD2:2015
IEC 60050-212:2010/AMD3:2020

---

[1] Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

IEC 60050-426:2020, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 426: Explosive atmospheres* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses* (available at www.electropedia.org)
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60335-2-69:2021, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-69: Particular requirements for wet and dry vacuum cleaners, including power brush, for commercial use*

IEC 60376:2018, *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF_6) and complementary gases to be used in its mixtures for use in electrical equipment*

IEC 60480:2019, *Specifications for the re-use of sulphur hexafluoride (SF_6) and its mixtures in electrical equipment*

IEC 62271-1:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*
IEC 62271-1:2017/AMD1:2021

ISO 8573-1:2010, *Compressed air – Part 1: Contaminants and purity classes*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 253
INTRODUCTION 255
1 Domaine d'application 256
2 Références normatives 256
3 Termes et définitions 257
3.1 Termes généraux et définitions 257
3.2 Termes et définitions pour SF_6 262
3.3 Termes et définitions pour les mélanges de SF_6 263
3.4 Termes et définitions pour l'air comprimé 264
3.5 Termes et définitions pour les gaz d'origine naturelle 265
3.6 Termes et définitions pour le $C_5F_{10}O$ (C5-FK) dans les mélanges avec N_2, CO_2, O_2 (mélanges C5-FK) 266
3.7 Termes et définitions pour le C_4F_7N (C4-FN) dans les mélanges avec N_2, CO_2, O_2 (mélanges C4-FN) 267
4 Manipulation du gaz au cours de l'installation, la mise en service et après la réparation ou la révision sur site 268
4.1 Généralités 268
4.2 Évacuation, remplissage et vérification de la qualité 269
4.3 Remplissage des compartiments sous gaz préremplis à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 272
4.4 Remplissage des systèmes à pression scellé 274
5 Manipulation du gaz pendant la durée de vie normale 274
5.1 Remplissage de gaz à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 274
5.2 Vérification de la qualité du gaz 276
5.2.1 Généralités 276
5.2.2 Mesurage sur site de la qualité des gaz au moyen d'appareils de mesure portables 276
5.2.3 Échantillonnage et transport du gaz pour une analyse hors site 277
5.3 Rectification de la composition d'un mélange de gaz 278
6 Récupération et régénération des gaz au cours des opérations de maintenance, de réparation, de révision ou de démontage sur site 278
6.1 Généralités 278
6.2 Récupération et régénération des gaz très faiblement ou faiblement décomposés depuis un quelconque compartiment sous gaz 279
6.3 Récupération et régénération depuis un quelconque compartiment sous gaz contenant un gaz fortement décomposé 281
7 Fin de vie de l'appareillage électrique 283
7.1 Généralités 283
7.2 Fin du cycle de vie des systèmes à pression autonome ou entretenue 284
7.3 Fin du cycle de vie des systèmes à pression scellés 284
7.4 Récupération et régénération du gaz en fin de vie des systèmes à pression scellés 285
7.5 Démontage de l'appareillage électrique (informative) 289
Annexe A (informative) Hexafluorure de soufre (SF_6) 291
A.1 Propriétés gazeuses 291
A.2 Sécurité et premiers soins 291

A.2.1 Généralités 291
A.2.2 Protection du personnel 293
A.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 294
A.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 294
A.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 294
A.2.6 Équipements et services 295
A.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain de SF_6 295
A.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 296
A.3 Impact sur l'environnement 297
A.4 Formation et certification 297
A.4.1 Généralités 297
A.4.2 Formation 297
A.4.3 Certification 299
A.5 Stockage et transport 299
A.5.1 Généralités 299
A.5.2 Stockage des récipients remplis de SF_6 299
A.5.3 Transport des récipients remplis de SF_6 300
A.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique contenant du SF_6 301
A.5.5 Responsabilités 302
A.6 Description des appareils de manipulation 302
A.6.1 Généralités 302
A.6.2 Filtres 303
A.6.3 Pompe à vide 304
A.6.4 Compresseur principal et à vide 305
A.6.5 Compresseur de sortie 305
A.6.6 Récipients de stockage de gaz externes et internes 305
A.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 305
A.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 306
A.6.9 Instruments de contrôle 306
A.6.10 Soupapes de sûreté 306
A.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 306
A.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 306
A.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 309
A.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 309
A.6.15 Bouteilles d'échantillonnage de gaz 309
A.7 Procédures de régénération 309
A.8 Produits de décomposition 309
A.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des produits de décomposition sur la santé 310
A.10 Manipulation du SF_6 310
A.10.1 Généralités 310
A.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec du SF_6 310
A.10.3 Complément de remplissage des compartiments sous gaz avec du SF_6 à la pression de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 310
A.10.4 Vérification de la qualité du SF_6 310
A.10.5 Récupération et régénération du SF_6 310

A.11 Spécifications du SF_6 nécessaire au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 310
Annexe B (informative) Mélanges de SF_6 311
B.1 Propriétés gazeuses 311
B.1.1 Généralités 311
B.1.2 Propriétés chimiques 311
B.1.3 Propriétés physiques 312
B.1.4 Comportement d'isolation et de commutation 312
B.2 Sécurité et premiers soins 313
B.2.1 Généralités 313
B.2.2 Protection du personnel 313
B.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 313
B.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 313
B.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 313
B.2.6 Équipements et services 313
B.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain de mélanges de SF_6 313
B.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 313
B.3 Impact sur l'environnement 313
B.4 Formation et certification 314
B.4.1 Généralités 314
B.4.2 Formation 314
B.4.3 Certification 314
B.5 Stockage et transport 314
B.5.1 Généralités 314
B.5.2 Stockage des récipients remplis de mélange de SF_6 315
B.5.3 Transport des récipients remplis de mélange de SF_6 317
B.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique contenant du mélange de SF_6 319
B.5.5 Responsabilités 319
B.6 Description des appareils de manipulation 319
B.6.1 Généralités 319
B.6.2 Filtres 321
B.6.3 Pompe à vide 321
B.6.4 Compresseur principal et à vide 321
B.6.5 Compresseur de sortie 321
B.6.6 Récipients de stockage de gaz externes et internes 321
B.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 321
B.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 321
B.6.9 Instruments de contrôle 321
B.6.10 Soupapes de sûreté 321
B.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 321
B.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 321
B.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 322
B.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 323
B.6.15 Bouteilles d'échantillonnage de gaz 323
B.6.16 Unité de mélange de gaz 323
B.7 Procédures de régénération 323

B.8 Produits de décomposition 323
B.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des produits de décomposition sur la santé 323
B.10 Manipulation des mélanges de SF_6 324
B.10.1 Généralités 324
B.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec du mélange de SF6 324
B.10.3 Complément de remplissage des compartiments sous gaz avec des mélanges de SF_6 à la pression de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 325
B.10.4 Vérification de la qualité des mélanges de SF_6 325
B.10.5 Récupération et régénération des mélanges de SF_6 326
B.10.6 Rectification de la composition des mélanges de SF_6 326
B.11 Spécifications des mélanges de SF_6 nécessaires au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 327
Annexe C (informative) Air comprimé 328
C.1 Propriétés gazeuses 328
C.1.1 Généralités 328
C.1.2 Propriétés chimiques 328
C.1.3 Propriétés physiques 328
C.1.4 Comportement d'isolation et de commutation 329
C.2 Sécurité et premiers soins 329
C.2.1 Généralités 329
C.2.2 Protection du personnel 330
C.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 331
C.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 332
C.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 332
C.2.6 Équipements et services 333
C.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain d'air comprimé 333
C.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 333
C.3 Impact sur l'environnement 334
C.3.1 Généralités 334
C.3.2 Écotoxicologie 334
C.3.3 Appauvrissement en ozone 335
C.3.4 Réchauffement de la planète/changement climatique (effet de serre) 335
C.3.5 Impact des produits de décomposition sur l'environnement 335
C.4 Formation et certification 335
C.4.1 Généralités 335
C.4.2 Formation 336
C.4.3 Certification 337
C.5 Stockage et transport 337
C.5.1 Généralités 337
C.5.2 Stockage des récipients remplis d'air comprimé 337
C.5.3 Transport des récipients remplis d'air comprimé 338
C.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique contenant de l'air comprimé 339
C.5.5 Responsabilités 339
C.6 Description des appareils de manipulation 339
C.6.1 Généralités 339

C.6.2 Filtres 340
C.6.3 Pompe à vide 341
C.6.4 Compresseurs principal et à vide 342
C.6.5 Compresseur de sortie 342
C.6.6 Récipients de stockage de gaz externes et internes 342
C.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 342
C.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 342
C.6.9 Instruments de contrôle 343
C.6.10 Soupapes de sûreté 343
C.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 343
C.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 343
C.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 345
C.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 345
C.6.15 Bouteilles d'échantillonnage de gaz 345
C.6.16 Appareil de purification et de remplissage de gaz 345
C.7 Procédures de régénération 346
C.7.1 Généralités 346
C.7.2 Recommandations en matière de filtrage 346
C.7.3 Transport par route d'air comprimé usagé dans des bouteilles de gaz et des récipients 347
C.8 Produits de décomposition 347
C.8.1 Généralités 347
C.8.2 Décomposition de l'air comprimé 348
C.8.3 Comportement de corrosion de l'air comprimé et de ses produits de décomposition 349
C.8.4 Mesures pour le retrait des produits de décomposition 349
C.8.5 Caractéristiques physiologiques des produits de décomposition 349
C.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des produits de décomposition sur la santé 350
C.9.1 Généralités 350
C.9.2 Formation de produits de décomposition et effets sur la santé 351
C.10 Manipulation de l'air comprimé 361
C.10.1 Généralités 361
C.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec de l'air comprimé 361
C.10.3 Complément de remplissage des compartiments sous gaz avec de l'air comprimé à la pression de remplissage pour l'isolation et/ou la coupure 361
C.10.4 Vérification de la qualité de l'air comprimé 362
C.10.5 Récupération et régénération des mélanges contenant de l'air comprimé 362
C.11 Spécifications de l'air comprimé nécessaire au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 362
Annexe D (informative) Gaz d'origine naturelle 363
D.1 Propriétés gazeuses 363
D.1.1 Généralités 363
D.1.2 Propriétés chimiques 363
D.1.3 Propriétés physiques 363
D.1.4 Comportement d'isolation et de commutation 364
D.2 Sécurité et premiers soins 365
D.2.1 Généralités 365
D.2.2 Protection du personnel 366

D.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 368
D.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 368
D.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 368
D.2.6 Équipements et services 370
D.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain de gaz d'origine naturelle 370
D.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 370
D.3 Impact sur l'environnement 371
D.3.1 Généralités 371
D.3.2 Écotoxicologie 371
D.3.3 Appauvrissement en ozone 372
D.3.4 Réchauffement de la planète/changement climatique (effet de serre) 372
D.3.5 Impact des produits de décomposition sur l'environnement 372
D.4 Formation et certification 373
D.4.1 Généralités 373
D.4.2 Formation 373
D.4.3 Certification 374
D.5 Stockage et transport 374
D.5.1 Généralités 374
D.5.2 Stockage des récipients remplis de gaz d'origine naturelle 375
D.5.3 Transport des récipients remplis de gaz d'origine naturelle 376
D.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique contenant des gaz d'origine naturelle 377
D.5.5 Responsabilités 378
D.6 Description des appareils de manipulation 378
D.6.1 Généralités 378
D.6.2 Filtres 381
D.6.3 Pompe à vide 382
D.6.4 Compresseur principal et à vide 382
D.6.5 Compresseur de sortie 383
D.6.6 Récipient de stockage de gaz externe et interne 383
D.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 383
D.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 383
D.6.9 Instruments de contrôle 383
D.6.10 Soupapes de sûreté 384
D.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 384
D.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 384
D.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 386
D.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 386
D.6.15 Bouteilles d'échantillonnage de gaz 387
D.6.16 Unité de mélange de gaz 387
D.6.17 Unité de remplissage de gaz 387
D.6.18 Unité de récupération de gaz 387
D.6.19 Dispositifs de stockage et de transport du gaz usagé 387
D.7 Procédures de régénération 388
D.7.1 Généralités 388
D.7.2 Recommandations en matière de filtrage 388
D.7.3 Transport par route de gaz d'origine naturelle usagés dans des bouteilles de gaz et des récipients 389
D.8 Produits de décomposition 389

D.8.1 Généralités 389
D.8.2 Décomposition des gaz d'origine naturelle 390
D.8.3 Comportement de corrosion des gaz d'origine naturelle et de leurs produits de décomposition 390
D.8.4 Mesures pour le retrait des produits de décomposition 391
D.8.5 Caractéristiques physiologiques des produits de décomposition 391
D.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des composants gazeux et des produits de décomposition sur la santé 392
D.9.1 Généralités 392
D.9.2 Formation de produits de décomposition et effets sur la santé 392
D.10 Manipulation des gaz d'origine naturelle 403
D.10.1 Généralités 403
D.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec des gaz d'origine naturelle 403
D.10.3 Complément de remplissage de compartiments sous gaz avec des gaz d'origine naturelle 404
D.10.4 Vérification de la qualité des gaz d'origine naturelle 405
D.10.5 Récupération et régénération des gaz d'origine naturelle 405
D.10.6 Rectification de la composition des mélanges de gaz d'origine naturelle 405
D.11 Spécifications des gaz d'origine naturelle nécessaires au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 406
Annexe E (informative) $C_5F_{10}O$ (C5-FK) dans les mélanges avec N_2, CO_2, O_2 (mélanges C5-FK) 407
E.1 Propriétés gazeuses 407
E.1.1 Généralités 407
E.1.2 Propriétés chimiques 407
E.1.3 Propriétés physiques 408
E.1.4 Comportement d'isolation et de commutation 409
E.2 Sécurité et premiers soins 409
E.2.1 Généralités 409
E.2.2 Protection du personnel 411
E.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 413
E.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 414
E.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 414
E.2.6 Équipements et services 415
E.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain de mélanges de C5-FK 415
E.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 415
E.3 Impact sur l'environnement 416
E.3.1 Généralités 416
E.3.2 Écotoxicologie 416
E.3.3 Appauvrissement en ozone 417
E.3.4 Réchauffement de la planète/changement climatique (effet de serre) 417
E.3.5 Impact des produits de décomposition sur l'environnement 417
E.3.6 Décomposition par les ultraviolets dans l'atmosphère supérieure 418
E.4 Formation et certification 418
E.4.1 Généralités 418
E.4.2 Formation 418
E.4.3 Certification 419
E.5 Stockage et transport 420

E.5.1 Généralités 420
E.5.2 Stockage des récipients remplis de C5-FK ou de mélanges de C5-FK 420
E.5.3 Transport des récipients remplis de C5-FK ou de mélanges de C5-FK 422
E.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique rempli de mélanges de C5-FK 425
E.5.5 Responsabilités 425
E.6 Description des appareils de manipulation 425
E.6.1 Généralités 425
E.6.2 Filtres 429
E.6.3 Pompe à vide 430
E.6.4 Compresseur principal et à vide 430
E.6.5 Compresseur de sortie 430
E.6.6 Récipients de stockage de gaz externes et internes 431
E.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 431
E.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 431
E.6.9 Instruments de contrôle 431
E.6.10 Soupapes de sûreté 431
E.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 431
E.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 432
E.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 434
E.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 434
E.6.15 Bouteilles d'échantillonnage de gaz 434
E.6.16 Unité de mélange de gaz 435
E.6.17 Unité de remplissage de gaz 435
E.6.18 Unité de récupération de gaz 435
E.6.19 Dispositifs de stockage et de transport du gaz usagé 436
E.7 Procédures de régénération 436
E.8 Produits de décomposition 436
E.8.1 Généralités 436
E.8.2 Décomposition des mélanges de C5-FK 436
E.8.3 Comportement de corrosion des mélanges de C5-FK et de leurs produits de décomposition 438
E.8.4 Mesures pour le retrait des produits de décomposition 439
E.8.5 Caractéristiques physiologiques des produits de décomposition 439
E.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des composants gazeux et des produits de décomposition sur la santé 440
E.9.1 Généralités 440
E.9.2 Formation de produits de décomposition et effets sur la santé 440
E.10 Manipulation des mélanges de C5-FK 450
E.10.1 Généralités 450
E.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec des mélanges de C5-FK 450
E.10.3 Complément de remplissage des compartiments sous gaz avec des mélanges de C5-FK à la pression de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 451
E.10.4 Vérification de la qualité des mélanges de C5-FK 451
E.10.5 Récupération et régénération des mélanges de C5-FK 452
E.10.6 Rectification de la composition des mélanges de C5-FK 452
E.11 Spécifications des mélanges de C5-FK nécessaires au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 453

Annexe F (informative) C_4F_7N (C4-FN) dans les mélanges avec N_2, CO_2, O_2 (mélanges C4-FN) 454
F.1 Propriétés gazeuses 454
F.1.1 Généralités 454
F.1.2 Propriétés chimiques 454
F.1.3 Propriétés physiques 455
F.1.4 Comportement d'isolation et de commutation 456
F.2 Sécurité et premiers soins 456
F.2.1 Généralités 456
F.2.2 Protection du personnel 457
F.2.3 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 459
F.2.4 Matériel et outils ou dispositifs de mesure sous pression 459
F.2.5 Équipement de sécurité et de protection du personnel 460
F.2.6 Équipements et services 461
F.2.7 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un rejet soudain de mélanges de C4-FN 461
F.2.8 Équipements et traitement de premiers soins 461
F.3 Impact sur l'environnement 462
F.3.1 Généralités 462
F.3.2 Écotoxicologie 462
F.3.3 Appauvrissement en ozone 463
F.3.4 Réchauffement de la planète/changement climatique (effet de serre) 463
F.3.5 Impact des produits de décomposition sur l'environnement 463
F.3.6 Décomposition par les ultraviolets dans l'atmosphère supérieure 463
F.4 Formation et certification 464
F.4.1 Généralités 464
F.4.2 Formation 464
F.4.3 Certification 465
F.5 Stockage et transport 465
F.5.1 Généralités 465
F.5.2 Stockage des récipients remplis de C4-FN ou de mélanges de C4-FN 466
F.5.3 Transport des récipients remplis de C4-FN ou de mélanges de C4-FN 468
F.5.4 Stockage et transport de l'appareillage électrique rempli de mélanges de C4-FN 470
F.5.5 Responsabilités 471
F.6 Description des appareils de manipulation 471
F.6.1 Généralités 471
F.6.2 Filtres 473
F.6.3 Pompe à vide 474
F.6.4 Compresseurs principal et à vide 475
F.6.5 Compresseur de sortie 475
F.6.6 Récipients de stockage de gaz externes et internes 475
F.6.7 Évaporateur et appareil de chauffage des récipients de stockage de gaz 476
F.6.8 Conduites de gaz et connexions de tuyauteries 476
F.6.9 Instruments de contrôle 476
F.6.10 Soupapes de sûreté 476
F.6.11 Connexions de tuyaux flexibles 476
F.6.12 Dispositifs portables de mesure de gaz 476
F.6.13 Contrôleur de fuite de gaz 479

F.6.14 Systèmes d'alarme de concentration en gaz 479
F.6.15 Bouteille d'échantillonnage de gaz 479
F.6.16 Unité de mélange de gaz 479
F.6.17 Unité de remplissage de gaz 480
F.6.18 Unité de récupération de gaz 480
F.6.19 Dispositifs de stockage et de transport du gaz usagé 480
F.7 Procédures de régénération 481
F.8 Produits de décomposition 481
F.8.1 Généralités 481
F.8.2 Décomposition des mélanges de C4-FN 481
F.8.3 Comportement de corrosion des mélanges de C4-FN et de leurs produits de décomposition 483
F.8.4 Mesures pour le retrait des produits de décomposition 483
F.8.5 Caractéristiques physiologiques des produits de décomposition 484
F.9 Procédure d'évaluation des effets potentiels des composants gazeux et des produits de décomposition sur la santé 484
F.9.1 Généralités 484
F.9.2 Formation de produits de décomposition et effets sur la santé 485
F.10 Manipulation des mélanges de C4-FN 495
F.10.1 Généralités 495
F.10.2 Remplissage de compartiments sous gaz avec des mélanges de C4-FN 496
F.10.3 Complément de remplissage des compartiments sous gaz avec des mélanges de C4-FN à la pression de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 497
F.10.4 Vérification de la qualité des mélanges de C4-FN 497
F.10.5 Récupération et régénération des mélanges de C4-FN 497
F.10.6 Rectification de la composition des mélanges de C4-FN 498
F.11 Spécifications des mélanges de C4-FN nécessaires au remplissage ou au complément de remplissage de l'appareillage électrique 498
Bibliographie 499

Figure 1 – Évacuation, remplissage et vérification de la qualité du gaz après remplissage 270
Figure 2 – Remplissage des compartiments sous gaz préremplis à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 273
Figure 3 – Complément de remplissage de gaz à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 275
Figure 4 – Exemple de récupération et de régénération des gaz très faiblement ou faiblement décomposés depuis un quelconque compartiment sous gaz 280
Figure 5 – Exemple de récupération et de régénération des gaz fortement décomposés depuis un quelconque compartiment sous gaz 282
Figure 6 – Fin du cycle de vie des systèmes à pression autonome ou entretenue 284
Figure 7 – Fin du cycle de vie des systèmes à pression scellés 285
Figure 8 – Récupération et régénération du gaz en fin de vie des systèmes à pression scellés 286
Figure 9 – Méthode de dilution 288
Figure 10 – Démontage d'un appareillage électrique 289
Figure A.1 – Schéma pression-température-densité du SF_6 291
Figure A.2 – Vue schématique d'un exemple d'appareil de manipulation du SF_6 303

Figure B.1 – Vue schématique d'un exemple d'appareil de manipulation du mélange de SF_6 320
Figure C.1 – Rejet contrôlé d'air comprimé 340
Figure C.2 – Exemple d'appareil de purification et de remplissage de gaz 346
Figure D.1 – Vue schématique d'un exemple d'appareil de manipulation des gaz d'origine naturelle 380
Figure E.1 – Structure de la molécule de C5-FK 407
Figure E.2 – Courbe de pression de vapeur du C5-FK 408
Figure E.3 – Vue schématique d'un exemple d'appareil de manipulation du mélange de C5-FK 427
Figure F.1 – Structure de la molécule de C4-FN 454
Figure F.2 – Courbe de pression de vapeur du C4-FN 455
Figure F.3 – Vue schématique d'un exemple d'appareil de manipulation du mélange de C4-FN 472

Tableau 1 – Évacuation, remplissage et vérification de la qualité du gaz après 271
Tableau 2 – Remplissage des compartiments sous gaz préremplis à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 274
Tableau 3 – Complément de remplissage de gaz à la pression/densité de remplissage pour l'isolation et/ou la commutation 276
Tableau 4 – Échantillonnage et transport des gaz 278
Tableau 5 – Exemple de récupération et de régénération des gaz très faiblement ou faiblement décomposés depuis un quelconque compartiment sous gaz 281
Tableau 6 – Exemple de récupération et de régénération de gaz fortement décomposé depuis un quelconque compartiment sous gaz 283
Tableau 7 – Récupération du gaz en fin de vie des systèmes à pression scellés 287
Tableau A.1 – Mesures à appliquer pour toute tâche exécutée sur un appareillage électrique contenant du SF_6 292
Tableau A.2 – Mesures de sécurité lors de l'ouverture ou de l'accès dans les compartiments sous gaz 293
Tableau A.3 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport du SF_6 300
Tableau A.4 – Règlements internationaux applicables au transport du SF_6 301
Tableau A.5 – Dispositifs de mesure de gaz 307
Tableau B.1 – Principales caractéristiques chimiques du CF_4 et N_2 311
Tableau B.2 – Principales caractéristiques physiques du CF_4 et N_2 312
Tableau B.3 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport des mélanges de SF_6 et de leurs gaz complémentaires 316
Tableau B.4 – Règlements internationaux applicables au transport des mélanges de SF_6 318
Tableau B.5 – Dispositifs de mesure de gaz 322
Tableau C.1 – Principales caractéristiques chimiques du N_2 et de l'O_2 328
Tableau C.2 – Principales caractéristiques physiques du N_2 et de l'O_2 329
Tableau C.3 – Mesures à appliquer lors de l'utilisation de l'appareillage électrique contenant de l'air comprimé 330

Tableau C.4 – Mesures de sécurité lors de l'ouverture ou de l'accès dans les compartiments sous gaz 331
Tableau C.5 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport de l'air comprimé 338
Tableau C.6 – Règlements internationaux applicables au transport d'air comprimé de qualité technique et usagé 339
Tableau C.7 – Types de filtres classiques utilisés lors du rejet de l'air comprimé dans l'atmosphère 341
Tableau C.8 – Dispositifs de mesure de gaz 343
Tableau C.9 – Exemples de méthodes de filtrage 347
Tableau C.10 – Absorbants types des différents polluants de l'air comprimé 347
Tableau C.11 – OEL pour NO_2, NO, O_3 et HNO_3 353
Tableau C.12 – Exemple de calcul d'une fuite normale 356
Tableau C.13 – Exemple de calcul d'une fuite anormale 358
Tableau C.14 – Exemple de calcul pour la maintenance 359
Tableau D.1 – Principales caractéristiques chimiques de N_2, O_2 et CO_2 363
Tableau D.2 – Caractéristiques physiques types du N_2, O_2 et CO_2 364
Tableau D.3 – Mesures à appliquer lors de l'utilisation de l'appareillage électrique contenant des gaz d'origine naturelle 365
Tableau D.4 – Mesures de sécurité lors de l'ouverture ou de l'accès dans les compartiments sous gaz 367
Tableau D.5 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport de gaz d'origine naturelle 376
Tableau D.6 – Règlements internationaux applicables au transport de gaz d'origine naturelle 377
Tableau D.7 – Types de filtres classiques utilisés lors du rejet des gaz d'origine naturelle dans l'atmosphère 381
Tableau D.8 – Dispositifs de mesure de gaz 384
Tableau D.9 – Exemples d'opérations de filtrage 389
Tableau D.10 – Absorbants types des différents polluants des gaz d'origine naturelle 389
Tableau D.11 – OEL pour NO_2, NO, O_3, CO et HNO_3 395
Tableau D.12 – Exemple de calcul d'une fuite normale 398
Tableau D.13 – Exemple de calcul d'une fuite anormale 400
Tableau D.14 – Exemple de calcul pour la maintenance 401
Tableau E.1 – Principales caractéristiques chimiques du C5-FK 408
Tableau E.2 – Principales caractéristiques physiques du C5-FK 409
Tableau E.3 – Mesures à appliquer lors de l'utilisation de l'appareillage électrique contenant des mélanges de C5-FK 410
Tableau E.4 – Mesures de sécurité lors de l'ouverture ou de l'accès dans les compartiments sous gaz 412
Tableau E.5 – Méthodes de stockage du C5-FK 420
Tableau E.6 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport du C5-FK 421
Tableau E.7 – Méthodes de stockage des mélanges de C5-FK 421
Tableau E.8 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport des mélanges de C5-FK 422

Tableau E.9 – Règlements internationaux applicables au transport du C5-FK 422
Tableau E.10 – Règlements internationaux applicables au transport des mélanges de C5-FK 424
Tableau E.11 – Types de filtres classiques 429
Tableau E.12 – Dispositifs de mesure de gaz 432
Tableau E.13 – Limites d'exposition professionnelle et valeurs LC50 des produits de décomposition des mélanges de C5-FK 438
Tableau E.14 – Exemple de calcul d'une fuite normale 445
Tableau E.15 – Exemple de calcul d'une fuite anormale 447
Tableau E.16 – Exemple de calcul pour la maintenance 448
Tableau E.17 – Valeurs TWA des composants gazeux 449
Tableau F.1 – Principales caractéristiques chimiques du C4-FN 455
Tableau F.2 – Principales caractéristiques physiques du C4-FN 456
Tableau F.3 – Mesures à appliquer lors de l'utilisation de l'appareillage électrique contenant des mélanges de C4-FN 457
Tableau F.4 – Mesures de sécurité lors de l'ouverture ou de l'accès dans les compartiments sous gaz 458
Tableau F.5 – Méthode de stockage du C4-FN 466
Tableau F.6 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport du C4-FN 466
Tableau F.7 – Méthodes de stockage des mélanges de C4-FN 467
Tableau F.8 – Exemples de types de récipients exigés pour le stockage et le transport des mélanges de C4-FN 468
Tableau F.9 – Règlements internationaux applicables au transport du C4-FN 468
Tableau F.10 – Règlements internationaux applicables au transport des mélanges de C4-FN 470
Tableau F.11 – Types de filtres classiques 474
Tableau F.12 – Dispositifs de mesure de gaz 477
Tableau F.13 – Limites d'exposition professionnelle et valeurs LC50 des produits de décomposition des mélanges de C4-FN 482
Tableau F.14 – Exemple de calcul d'une fuite normale 490
Tableau F.15 – Exemple de calcul d'une fuite anormale 492
Tableau F.16 – Exemple de calcul pour la maintenance 493
Tableau F.17 – Valeurs TWA des composants gazeux 495

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 4: Procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 62271-4 a été établie par le comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage haute tension. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition de l'IEC 62271-4 parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) l'intitulé a été modifié;
b) les procédures de manipulation des alternatives au SF_6, utilisés pour l'isolation et/ou la commutation, sont ajoutées;
c) les principaux articles sont indépendants du type de gaz;
d) pour chaque gaz, une annexe distincte présente les informations spécifiques au gaz, les procédures de manipulation, les mesures de sécurité, etc.;
e) les informations relatives au SF_6 (ancienne Annexe E) et aux effets sur l'environnement du SF_6 et de ses mélanges (ancienne Annexe F) ont été déplacées vers l'IEC 60376;
f) les informations relatives aux produits de décomposition du SF_6 et de ses mélanges (ancienne Annexe G), la procédure d'évaluation des effets potentiels sur la santé des produits de décomposition du SF_6 et de ses mélanges (ancienne Annexe H) et la régénération cryogénique du SF_6 (ancienne Annexe I) ont été déplacées vers l'IEC 60480.

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
17/1124/FDIS	17/1125/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62271, publiées sous le titre général *Appareillage à haute tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu du présent document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il/elle consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier dans conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être obtenues dans la base de données des brevets à l'adresse http://patents.iec.ch.

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés dans la base de données de brevets. 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.

Le présent document n'a pas vocation à traiter des problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'exercer des practiques sanitaires et de sécurité adaptées et de déterminer l'aplicabilité des limites réglementaires avant toute utilisation.

Il convient de manipuler les gaz pour l'isolation et/ou la commutation, objets présent document, conformément aux règlements locaux, aux fiches techniques de sécurité des fournisseurs, manuel d'instructions d'exploitation du fabricant et aux recommandations relatives à la sécurité de l'utilisateur de l'appareillage électrique.

Les informations sur certaines données de l'Annexe E et de l'Annexe F informatives étant limitées, il convient que le lecteur sache que les informations liées aux éventuels produits de décomposition et effets toxicologiques sur la santé et sur l'environnement font encore l'objet d'études.

Dans le CE 10 de l'IEC, de nouvelles normes relatives aux spécifications de la qualité technique (IEC 63360) et pour la réutilisation (IEC 63359) des alternatives aux SF_6 sont en cours d'élaboration. Par conséquent, dans une révision ultérieure de la présente norme, certaines informations seront déplacées vers ces nouvelles normes à l'instar des SF_6 ou des mélanges de SF_6.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 4: Procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation

1 Domaine d’application

La présente partie de l'IEC 62271 s'applique aux procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation lors de l’installation, de la mise en service, de la réparation, de la révision, du fonctionnement normal ou anormal et de l'élimination en fin de cycle de vie de l'appareillage électrique.

Ces procédures sont considérées comme des exigences minimales pour garantir la fiabilité de l'appareillage électrique, la sécurité du personnel qui travaille avec ces gaz et pour réduire le plus possible l'impact sur l'environnement. Des exigences supplémentaires peuvent être formulées dans le manuel d'instructions d'exploitation du fabricant.

Pour chaque gaz, réputé être utilisé dans l'appareillage électrique à la date de publication du présent document, une annexe séparée décrit les spécifications, les procédures de manipulation, les mesures de sécurité, etc. Pour les gaz non couverts par ces annexes, il convient que le fabricant de l'appareillage électrique donne les informations nécessaires en se conformant à la structure de ces annexes. Il convient de décrire également ces gaz dans une édition suivante ou dans des amendements à la présente édition.

NOTE 1 Pour l'utilisation du présent document, la haute tension (HT) est définie comme étant la tension assignée supérieure à 1 000 V. Cependant, le terme moyenne tension (MT) est communément utilisé pour les réseaux de distribution avec des tensions supérieures à 1 kV et est généralement appliqué pour des tensions inférieures ou égales à 52 kV.

NOTE 2 Dans l'ensemble du présent document, le terme "pression" signifie "pression absolue".

NOTE 3 Dans le présent document, les pourcentages des composants gazeux, des polluants et des produits de décomposition sont toujours des pourcentages par volume mesurés à 20 °C, sauf indication contraire.

NOTE 4 Il est également fait référence à la brochure 802 du CIGRE, 2020 [1] [1].

NOTE 5 Pour de plus amples informations relatives aux gaz (l'écotoxicologie, par exemple), voir également la base de données chimique de l’Agence européenne des produits chimiques (ECHA - European Chemicals Agency) (www.echa.europa.eu), qui tient compte de la fourchette de quantité annuelle réelle.

NOTE 6 Lorsque les gaz pour l'isolation et/ou la commutation sont régulés, leur conception et leur régulation d'origine se trouvent dans la base de données de l'IE 62474 (disponible à l'adresse https://std.iec.ch/iec62474 [26]).

NOTE 7 S'il est fait référence aux disjoncteurs, seuls les disjoncteurs à gaz présentent un intérêt. Si des disjoncteurs à vide présentent un intérêt, ils sont explicitement mentionnés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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).

---

1 Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

IEC 60050-212:2010, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 212: Isolants électriques solides, liquides et gazeux* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)
IEC 60050-212:2010/AMD1:2015
IEC 60050-212:2010/AMD2:2015
IEC 60050-212:2010/AMD3:2020

IEC 60050-426:2020, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 426: Atmosphères explosives* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60335-2-69:2021, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-69: Exigences particulières pour les aspirateurs fonctionnant en présence d'eau ou à sec, y compris les brosses motorisées, à usage commercial*

IEC 60376:2018, *Spécification de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF_6) et des gaz complémentaires à employer dans les mélanges de SF_6 pour utilisation dans les matériels électriques*

IEC 60480:2019, *Spécifications pour la réutilisation de l'hexafluorure de soufre (SF_6) et des mélanges contenant du SF_6 dans le matériel électrique*

IEC 62271-1:2017, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*
IEC 62271-1:2017/AMD1:2021

ISO 8573-1:2010, *Air comprimé – Partie 1: Polluants et classes de pureté*