IEC/TR 62271-303

Edition 1.0 2008-07

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

High-voltage switchgear and controlgear – Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF_6)

Appareillage à haute tension – Partie 303: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF_6)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE XC
CODE PRIX

ICS 29.130.10

ISBN 2-8318-9915-X

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

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Storage and transportation of SF_6 11
4.1 Storage of containers filled with SF_6 11
4.2 Transportation of containers filled with SF_6 13
4.3 Storage and transportation of electric power equipment containing SF_6 14
4.4 Responsibilities 14
5 Safety and first aid 14
5.1 General safety rules 14
5.1.1 Protection of personnel 15
5.1.2 Handling of contaminated safety equipment and tools 16
5.1.3 Pressurised equipment and tools or measuring devices 17
5.1.4 Personal safety and protective equipment 17
5.1.5 Facilities and services 18
5.2 Additional safety measures in case of abnormal release of SF_6 due to external fire or internal arc fault 18
5.3 First aid equipment and treatment 19
5.3.1 Irritation of the skin 19
5.3.2 Irritation of the eyes 19
5.3.3 Breathing difficulty 20
6 Training and certification 20
6.1 General 20
6.2 Training modules 20
6.2.1 Module A – Awareness 21
6.2.2 Module B1 – Maintenance not implying gas recovery 21
6.2.3 Module B2 – Installation and commissioning 22
6.2.4 Module C1 – Maintenance implying gas recovery 22
6.2.5 Module C2 – Decommissioning of electric power equipment at the end-of-life 23
6.3 Certification 23
7 SF_6 handling during installation and commissioning 23
7.1 Evacuation, filling and checking the SF_6 quality after filling 23
7.2 Topping-up of SF_6 pre-filled compartments to the rated pressure/density 25
7.3 Filling sealed pressure systems 27
8 SF_6 handling during normal service life 27
8.1 Re-filling of SF_6 to the nominal pressure/density 27
8.2 Checking the SF_6 quality 28
8.2.1 Measurement of the SF_6 quality with portable equipment 29
8.2.2 Sampling and shipment of SF_6 for off-site analysis 29
9 SF_6 recovering and reclaiming during maintenance 30
9.1 Recovery and reclaiming of SF_6 from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing non-arced and/or normally arced SF_6 30

9.2 Recovery and reclaiming from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing heavily arced SF_6 32
10 Dismantling of SF_6 electric power equipment at the end-of-life 34
10.1 End-of-life of controlled and/or closed pressure systems 35
10.2 End-of-life of sealed pressure systems 35
10.3 Recovery and reclaiming of SF_6 at the end-of-life of sealed pressure systems 36
10.4 Dismantling of electric power equipment at the end-of-life 38
10.5 By-products at the end-of-life 39
11 Description of SF_6 handling equipment 40
11.1 Reclaimer 40
11.1.1 External and internal pre-filters 41
11.1.2 Filters 41
11.1.3 Vacuum pump 42
11.1.4 Main and auxiliary compressors 43
11.1.5 External and internal gas storage containers 43
11.1.6 Evaporator and gas storage container heater 43
11.1.7 Gas piping and pipe junctions 43
11.1.8 Control instruments 43
11.1.9 Safety valves 44
11.2 Flexible hose connections 44
11.3 Portable devices for gas measurement 44
11.3.1 Dew point meter 44
11.3.2 SF_6 percentage measuring device 45
11.3.3 Reaction tubes sensitive to SO_2 45
11.3.4 Portable SF_6 detectors 45
11.3.5 Alarm system SF_6 detectors 46
11.4 Cylinder for gas samples 46
Annex A (informative) Sulphur hexafluoride 47
Annex B (informative) Environmental effects of SF_6 51
Annex C (informative) SF_6 by-products 54
Annex D (informative) Potential effects on health of SF_6 by-products 57
Bibliography 76

Figure 1 – Commissioning or re-commissioning of SF_6 compartments 24
Figure 2 – Topping-up of SF_6 pre-filled compartments to the rated pressure/density 26
Figure 3 – SF_6 re-filling to the nominal pressure/density 28
Figure 4 – Checking the SF_6 quality on-site 29
Figure 5 – SF_6 sampling and shipment 30
Figure 6 – Recovering and reclaiming from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing non-arced and/or normally arced SF_6 31
Figure 7 – Recovering and reclaiming from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing heavily arced SF_6 33
Figure 8 – End-of-life of controlled and/or closed pressure systems 35
Figure 9 – End-of-life of sealed pressure systems 36
Figure 10 – SF_6 recovery and reclaiming at the end-of-life of sealed pressure systems 37
Figure 11 – Dismantling of electric power equipment 39
Figure 12 – General purpose reclaimer 41

Figure A.1 – Pressure/temperature/density characteristics for SF_6 [9] 48

Table 1 – Methods for storage of SF_6 12
Table 2 – Container types and labelling required for storage and transportation of SF_6 13
Table 3 – International regulations for shipment of SF_6 14
Table 4 – Measures when working with SF_6 electric power equipment 15
Table 5 – Safety measures when opening and/or accessing gas compartments 16
Table 6 – Neutralising solutions 17
Table 7 – Additional safety measures 19
Table 8 – Commissioning or re-commissioning of SF_6 compartments 25
Table 9 – Topping-up of SF_6 pre-filled compartments to the rated pressure/density 27
Table 10 – SF_6 re-filling to the nominal pressure/density 28
Table 11 – Checking the SF_6 quality on-site 29
Table 12 – SF_6 sampling and shipment 30
Table 13 – Recovering and reclaiming from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing non-arced and/or normally arced SF_6 32
Table 14 – Recovering and reclaiming from any compartment of controlled and/or closed pressure systems containing heavily arced SF_6 34
Table 15 – SF_6 recovery at the end-of-life of sealed pressure systems 38
Table 16 – Expected SF_6 characteristics and quantity of by-products 40
Table 17 – Typical filter types used during SF_6 reclaiming 42
Table 18 – Gas measuring devices 44
Table A.1 – Main chemical characteristics of SF_6 [9] 47
Table A.2 – Main physical characteristics of SF_6 [9] 49
Table A.3 – Main electrical characteristics of SF_6 [9] 49
Table D.1 – TLVs for SOF_2, SO_2, HF, and S_2F_{10} 60
Table D.2 – Results of example calculations for leakage situations 63
Table D.3 – Results for leakage situations taking account of SOF_2 hydrolysis 64
Table D.4 – Sample calculation of S_2F_{10} concentration for partial discharges 65
Table D.5 – Sample calculation of S_2F_{10} concentration for corona discharges 66
Table D.6 – Sample calculation of S_2F_{10} concentration for disconnector sparking 67
Table D.7 – Sample calculation of SOF_2 concentrations for internal fault situations 68
Table D.8 – Switchgear volume and filling pressure 71
Table D.9 – Arc energies for interruptions 72
Table D.10 – Arc energies for internal faults 72
Table D.11 – SOF_2 production rates 73
Table D.12 – Quantities of SOF_2 formed 73
Table D.13 – SF_6 leakage rates 73
Table D.14 – SOF_2 leakage rates 74

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF_6)

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 should be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability should 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 should not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62271-303, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This first edition of IEC/TR 62271-303 cancels and replaces the first edition of IEC 61634 published in1995. This edition constitutes a technical revision.

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

IEC 62271-303 is a major revision of the old IEC 61634. The former sections of IEC 61634 are removed and replaced by the chapters of the CIGRE brochure n. 276.

IEC 61634 was issued in 1995 when the focus was on safety. In 2008, safety is a very well known and established concept and the focus is nowadays on the environmental compatibility. SF_6 must be kept in a closed cycle and any intentional release must be forbidden. The implementation of the SF_6 reuse concept suggested in the CIGRE brochure was updated with the most recent information. Today SF_6 can be recovered and reclaimed for either being reused on-site or given back to the gas supplier and reused as raw material for the production of "technical grade SF_6". Detailed procedures for appropriate SF_6 handling are given together with the description of the state-of-the-art equipments and measuring devices.

More in detail, clause by clause:

– The former Section 1 was removed and replaced with Clause 1 "Scope", Clause 2 "Normative references" and Clause 3 " Terms and Definitions".
– Clause 4 "Storage and transportation of SF_6", Clause 5 "Safety and first aid", Clause 6 "Training and certification", and Clause 11 "Description of SF_6 handling equipment" were taken from the CIGRE brochure and their content was revised.
– Clause 7 " SF_6 handling during installation and commissioning", Clause 8 " SF_6 handling during normal service life", Clause 9 " SF_6 recovery and reclaiming during maintenance", and Clause 10 "Dismantling of SF_6 electric power equipment at the end-of-life" were taken from the CIGRE brochure, their content was revised and replaces the former sections 2, 3, 4, 5, and 6.
– The former Annexes A, B, C, and D were revised while the Annexes E and F were dropped. The Bibliography replaces the former Annex G.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
17A/813/DTR	17A/817/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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 of IEC 62271 series, under the general title *High-voltage switchgear and controlgear* can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

SF_6 technology is used in switchgear and controlgear, for more than 30 years. Its application is mainly in electric power equipment for rated voltages exceeding 1 kV up to the highest rated voltages for which switchgear and controlgear are manufactured. It is estimated that several millions of the different types of SF_6-filled units are currently in service.

Three methods for gas containment are technically available, according to IEC 62271-1:

- controlled pressure system;

NOTE 1 Controlled pressure systems are no longer used for new equipment, because of the unacceptable leakage rate (see IEC 62271-203).

- closed pressure system: modern high-voltage electric power equipments. The standardized values for leakage rates are 0,5 % and 1 % per year and per gas-filled compartment;
- sealed pressure system: modern medium-voltage electric power equipments (commercially designated as “sealed for life products” or “hermetically sealed systems”). The tightness of sealed pressure systems is specified by their expected operating life. The expected operating life with regard to leakage performance is specified by the manufacturer. Preferred values are 20, 30 and 40 years.

NOTE 2 To fulfil the expected operating life requirement the leakage rate of the SF_6 sealed pressure systems is considered to be less than 0,1 % per year.

The long experience with the use of SF_6 in switchgear and controlgear evidences that a certain number of elementary precautions and procedures should be adopted in order to achieve operational, safety at work and environmental benefits such as:

- safe operation of the equipment;
- optimisation of resources and tools required;
- minimisation of out-of-service time for equipment;
- standard training of personnel handling SF_6;
- reduction of the amount of gas released during handling operations down to the functional physical limit;
- avoidance of any deliberate release, for example flushing to the atmosphere;
- reduction of SF_6 losses and emissions during commissioning, service, operation and end-of-life treatment to a minimum.

Recently, the latest practical recommendations on the use of SF_6 technology applied to switchgear and controlgear have been published by WG B3.02 of CIGRE Study Committee B3 [1][1]. This information is used to revise IEC 61634 into the present technical report.

———————

1 Figures in square brackets refer to the **Bibliography**.

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF_6)

1 Scope

The scope of this technical report is to address the procedures for safe and environmental compatible handling of SF_6 during installation, commissioning, normal and abnormal operations, disposal at the end-of-life of high-voltage switchgear and controlgear. Storage and transportation of SF_6 are also covered.

These procedures should be regarded as minimum requirements to ensure the safety of personnel working with SF_6 and to minimize the SF_6 emission to the environment.

This technical report generally applies also to gas mixtures containing SF_6.

NOTE 1 For the use of this technical report, the term " high voltage" (reference IEV 601-01-27) is the rated voltage above 1 000 V. However, the term " medium voltage" (reference IEV 601-01-28) is commonly used for distribution systems with voltages above 1 kV and generally applied up to and including 52 kV.

NOTE 2 Throughout this technical report, the term "electric power equipment" stands for "high-voltage and medium voltage switchgear and/or controlgear".

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this technical report. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF_6) for use in electrical equipment*

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF_6) taken from electrical equipment and specifications for its reuse*

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

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 82
INTRODUCTION 84
1 Domaine d'application 85
2 Références normatives 85
3 Termes et définitions 85
4 Stockage et transport du SF_6 88
4.1 Stockage des conteneurs remplis de SF_6 89
4.2 Transport des conteneurs remplis de SF_6 90
4.3 Stockage et transport de l'appareillage électrique contenant du SF_6 91
4.4 Responsabilités 92
5 Sécurité et premiers soins 92
5.1 Règles générales de sécurité 92
5.1.1 Protection du personnel 93
5.1.2 Manipulation de matériels et d'outils de sécurité contaminés 94
5.1.3 Matériels et outils ou dispositifs de mesure sous pression 95
5.1.4 Equipement de sécurité et de protection individuelle 95
5.1.5 Equipements et services 96
5.2 Mesures de sécurité supplémentaires dans le cas d'un échappement anormal de SF_6 dû à un feu extérieur ou à un arc lié à un défaut interne 97
5.3 Equipements et traitement de premiers soins 98
5.3.1 Irritation de la peau 98
5.3.2 Irritation des yeux 98
5.3.3 Difficultés respiratoires 98
6 Formation et certification 98
6.1 Généralités 98
6.2 Modules de formation 99
6.2.1 Module A – Sensibilisation 99
6.2.2 Module B1: Maintenance n'impliquant pas de récupération du gaz 100
6.2.3 Module B2 – Installation et mise en service 100
6.2.4 Module C1 – Maintenance impliquant la récupération du gaz 101
6.2.5 Module C2 – Mise hors service de l'appareillage électrique en fin de vie 101
6.3 Certification 102
7 Manipulation du SF_6 au cours de l'installation et de la mise en service 102
7.1 Evacuation, remplissage et vérification de la qualité du SF_6 après remplissage 102
7.2 Remplissage des compartiments pré-remplis de SF_6 à la pression/densité assignée 104
7.3 Systèmes à pression scellés 106
8 Manipulation du SF_6 tout au long de la durée de vie normale 106
8.1 Nouvelle opération de remplissage du SF_6 à la pression/densité nominale 106
8.2 Vérification de la qualité du SF_6 107
8.2.1 Evaluation de la qualité du SF_6 au moyen d'appareils mobiles 108
8.2.2 Echantillonnage et transport du SF_6 pour une analyse hors site 109
9 Récupération et régénération du SF_6 au cours des opérations de maintenance 110

9.1 Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 très faiblement ou faiblement décomposé 110
9.2 Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 fortement décomposé 112
10 Démontage de l'appareillage électrique contenant du SF_6 en fin de vie 114
10.1 Fin de vie des systèmes à pression entretenue et/ou autonome 115
10.2 Fin du cycle de vie des systèmes à pression scellés 115
10.3 Récupération et régénération du SF_6 en fin de vie des systèmes à pression scellés 116
10.4 Démontage de l'appareillage électrique en fin de vie 118
10.5 Produits de décomposition en fin de vie 119
11 Description des appareils de manipulation du SF_6 120
11.1 Groupe de récupération 120
11.1.1 Pré-filtres externes et internes 121
11.1.2 Filtres 121
11.1.3 Pompe à vide 122
11.1.4 Compresseurs principal et auxiliaire 123
11.1.5 Conteneurs de stockage de gaz externes et internes 123
11.1.6 Evaporateur et appareil de chauffage des conteneurs de stockage de gaz 123
11.1.7 Conduites de gaz et raccord de tuyauteries 124
11.1.8 Instruments de contrôle 124
11.1.9 Soupapes de sûreté 124
11.2 Raccords de tuyaux flexibles 124
11.3 Dispositifs mobiles de mesure de gaz 124
11.3.1 Appareil de mesure du point de rosée 125
11.3.2 Dispositif de mesure du pourcentage de SF_6 125
11.3.3 Tubes à réactions sensibles au SO_2 125
11.3.4 Détecteurs de SF_6 mobiles 126
11.3.5 Systèmes de détecteurs de SF_6 à alarme 126
11.4 Bouteille pour échantillons de gaz 127
Annexe A (informative) Hexafluorure de soufre 128
Annexe B (informative) Effets du SF_6 sur l'environnement 132
Annexe C (informative) Produits de décomposition du SF_6 135
Annexe D (informative) Effets potentiels sur la santé des produits de décomposition contenant du SF_6 139
Bibliographie 159

Figure 1 – Mise en service ou nouvelle mise en service des compartiments sous SF_6 103
Figure 2 – Remplissage des compartiments pré-remplis de SF_6 à la pression/densité assignée 105
Figure 3 – Nouvelle opération de remplissage du SF_6 à la pression/densité nominale 107
Figure 4 – Vérification de la qualité du SF_6 sur le site 108
Figure 5 – Echantillonnage et transport du SF_6 109
Figure 6 – Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 très faiblement et/ou faiblement décomposé 111

Figure 7 – Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 fortement décomposé 113
Figure 8 – Fin du cycle de vie des systèmes à pression entretenue et/ou autonome 115
Figure 9 – Fin de vie des systèmes à pression scellés 116
Figure 10 – Récupération et régénération du SF_6 en fin vie des systèmes à pression scellés 117
Figure 11 – Démontage de l'appareillage électrique 119
Figure 12 – Groupe de récupération polyvalent 121
Figure A.1 – Caractéristiques pression/température/densité du SF_6 [9] 129

Tableau 1 – Méthodes de stockage du SF_6 89
Tableau 2 – Types de conteneurs et étiquetage requis pour le stockage et le transport du SF_6 90
Tableau 3 – Règlements internationaux applicables au transport du SF_6 91
Tableau 4 – Mesures à appliquer pour toute tâche exécutée sur un appareillage électrique contenant du SF_6 92
Tableau 5 – Mesures de sécurité à appliquer lors de l'ouverture et/ou de l'accès dans les compartiments 94
Tableau 6 – Solutions neutralisantes 95
Tableau 7 – Mesures de sécurité supplémentaires 97
Tableau 8 – Mise en service ou nouvelle mise en service de compartiments sous SF_6 104
Tableau 9 – Remplissage des compartiments pré-remplis de SF_6 à la pression/densité assignée 106
Tableau 10 – Nouvelle opération de remplissage du SF_6 à la pression/densité nominale 107
Tableau 11 – Vérification de la qualité du SF_6 sur le site 108
Tableau 12 – Echantillonnage et transport du SF_6 110
Tableau 13 – Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 très faiblement et/ou faiblement décomposé 112
Tableau 14 – Récupération et régénération du SF_6 contenu dans tout compartiment de systèmes à pression entretenue et/ou autonome contenant du SF_6 fortement décomposé 114
Tableau 15 – Récupération du SF_6 en fin de vie des systèmes à pression scellés 118
Tableau 16 – Caractéristiques du SF_6 et quantité de produits de décomposition prévisibles 120
Tableau 17 – Modèles de filtres types utilisés lors de la régénération du SF_6 122
Tableau 18 – Dispositifs de mesure de gaz 124
Tableau A.1 – Principales caractéristiques chimiques du SF_6 [9] 128
Tableau A.2 – Principales caractéristiques physiques du SF_6 [9] 130
Tableau A.3 – Principales caractéristiques électriques du SF_6 [9] 130
Tableau D.1 – Valeurs TLV pour les gaz SOF_2, SO_2, HF et S_2F_{10} 143
Tableau D.2 – Résultats des calculs donnés à titre d'exemple dans les cas d'échappement 146
Tableau D.3 – Résultats pour les cas d'échappement, en tenant compte de l'hydrolyse du SOF_2 147

Tableau D.4 – Exemple de calcul de concentration de S_2F_{10} en cas de décharges partielles 148
Tableau D.5 – Exemple de calcul de concentration de S_2F_{10} pour les cas de décharges par l'effet couronne 149
Tableau D.6 – Exemple de calcul de concentration de S_2F_{10} en cas de coupure capacitive de sectionneur 150
Tableau D.7 – Exemple de calcul de concentrations de SOF_2 en cas de défaut interne 151
Tableau D.8 – Volume des appareillages et pression de remplissage 155
Tableau D.9 – Valeurs d'énergie d'arc en cas de coupure de courant 155
Tableau D.10 – Valeurs d'énergie d'arc en cas de défauts internes 156
Tableau D.11 – Taux de formation de SOF_2 156
Tableau D.12 – Quantités de SOF_2 formé 157
Tableau D.13 –Taux d'échappement de SF_6 157
Tableau D.14 –Taux d'échappement de SOF_2 157

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 303: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF_6)

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des normes internationales. Un comité d'études peut toutefois proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a recueilli des données d'une nature différente de celles qui sont généralement publiées sous la forme de norme internationale, par exemple « état de la technique ».

La CEI 62271-303, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette première édition de la CEI/TR 62271-303 annule et remplace la première édition de la CEI 61634 publiée en 1995. Cette édition constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente.

La CEI 62271-303 est une révision majeure de la CEI 61634. Les anciennes sections de la CEI 61634 sont supprimées et remplacées par ceux de la brochure technique CIGRE N°276.

Dans la CEI 61634, publiée en 1995, l'accent était mis sur l'aspect sécurité. En 2008, l'aspect sécurité est bien connu et établi, l'accent est mis actuellement sur la comptabilité avec l'environnement. Le SF_6 doit être conservé dans un cycle fermé et tout rejet intentionnel doit être interdit. Le concept de réutilisation du SF_6 suggéré dans la brochure CIGRE a été mis à jour avec les informations les plus récentes. Aujourd'hui le SF_6 peut être récupéré et régénéré pour être soit réutilisé sur site ou retransmis au fabricant de gaz pour servir comme élément de base à la production du « SF_6 de qualité technique ». Les procédures détaillées pour la manipulation du SF_6 sont données ainsi que la description de l'état de l'art pour ce qui concerne les équipements et les moyens de mesure.

Détail des modifications, article par article:

– L'ancienne section 1 est supprimée et remplacée par l'Article 1 « Domaine d'application », l'Article 2 « Références normatives » et l'Article 3 « Termes et Définitions ».
– L'Article 4 « Stockage et transport du SF_6 », l'Article 5 « Sécurité et première aide », l'Article 6 « Formation et certification », et l'Article 11 « Description des équipements de manipulation du SF_6 » sont issus de la brochure CIGRE et leur contenu a été révisé.
– L'Article 7 « Manipulation du SF_6 pendant l'installation et la mise en service », l'Article 8 « Manipulation du SF_6 pendant le service normal », l'Article 9 « Récupération du SF_6 et régénération pendant la maintenance », et l'Article 10 « Démantèlement de l'équipement de puissance au SF_6 en fin de vie » sont issus de la brochure CIGRE, leur contenu a été révisé, ils remplacent les anciennes sections 2, 3, 4, 5, et 6.
– Les anciennes Annexes A, B, C et D ont été révisées tandis que les Annexes E et F ont été supprimées. La Bibliographie remplace l'ancienne Annexe G.

Le texte du présent rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
17A/813/DTR	17A/817/RVC

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

La version française n'a pas été soumise au vote.

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

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

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

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

INTRODUCTION

La technologie SF_6 est utilisée dans l'appareillage électrique depuis plus de 30 ans. Elle est principalement utilisée dans les appareillages électriques dont la tension assignée est supérieure à 1 kV jusqu'aux plus hautes tensions assignées pour lesquelles l'appareillage électrique est fabriqué. On estime à plusieurs millions le nombre de différents types d'appareillages électriques remplis au SF_6 en service actuellement.

Il existe trois méthodes techniques de confinement du gaz, conformément à la CEI 62271-1:

- système à pression entretenue;

NOTE 1 Les systèmes à pression entretenue ne sont plus utilisés pour les nouveaux appareillages électriques, en raison du taux d'échappement inacceptable qu'ils génèrent (voir CEI 62271-203).

- système à pression autonome: appareillage électrique moderne très haute tension. Les valeurs normalisées relatives aux taux d'échappement sont de 0,5 % et 1 % par an et par compartiment à remplissage de gaz;
- système à pression scellé: appareillage électrique moderne moyenne tension (désignés sous l'appellation commerciale « produits scellés à vie » ou « systèmes hermétiquement fermés »). L'étanchéité des systèmes à pression scellés est définie par leur durée de vie théorique. La durée de vie théorique eu égard à la performance aux échappements est spécifiée par le constructeur. Des durées de vie de 20, 30 et 40 ans constituent des valeurs préférentielles.

NOTE 2 Pour satisfaire à l'exigence relative à la durée de vie théorique, le taux d'échappement des systèmes à pression scellés contenant du SF_6 est considéré être inférieur à 0,1% par an.

La longue expérience d'utilisation du SF_6 dans les appareillages électriques montre qu'il convient d'adopter un certain nombre de mesures de sécurité et de procédures élémentaires pour que ladite utilisation se révèle positive au niveau du fonctionnement, de la sécurité et de l'environnement, et ce, sous la forme suivante:

- fonctionnement en toute sécurité des appareillages électriques;
- optimisation des ressources et des outils requis;
- réduction au minimum de la durée hors service des appareillages électriques;
- formation normalisée du personnel qui manipule le SF_6;
- réduction de la quantité de gaz échappé au cours des opérations de manipulation jusqu'à la limite fonctionnelle des équipements de récupération;
- absence de tout échappement volontaire, par exemple rinçage à l'atmosphère;
- réduction au minimum des échappements de SF_6 au cours des mise en service, entretien, fonctionnement et traitement de fin de vie.

Les toutes dernières recommandations pratiques concernant l'utilisation de la technologie SF_6 appliquée aux appareillages électriques ont été publiées récemment par le GT B3.02 du Comité d'études B3 du CIGRE [1][1]. Ces informations ont servi à la révision de la CEI 61634 dans le présent rapport technique.

---

1 Les chiffres entre crochets font référence à la Bibliographie.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 303: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF_6)

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique a pour objectif de traiter des procédures de manipulation du SF_6, en toute sécurité et en toute compatibilité avec l'environnement, au cours de l'installation, de la mise en service, d'un fonctionnement normal et anormal ou de l'élimination en fin de vie des appareillages électriques à haute tension. Le stockage et le transport du SF_6 sont également couverts.

Il convient de considérer ces procédures comme les exigences minimales nécessaires pour garantir la sécurité du personnel travaillant avec le SF_6 et pour réduire au minimum les émissions de SF_6 dans l'environnement.

De même, le présent rapport technique s'applique, généralement, aux mélanges gazeux contenant du SF_6.

NOTE 1 Pour l'utilisation du présent rapport technique, le terme « haute tension » (référence VEI 601-01-27) désigne la tension assignée supérieure à 1 000 V. Toutefois, le terme « moyenne tension » (référence VEI 601-01-28) est utilisé couramment pour les systèmes de distribution dont les tensions sont supérieures à 1 kV et généralement appliquées jusques et y compris 52 kV.

NOTE 2 Dans l'ensemble du présent rapport technique, le terme « appareillage électrique » désigne les « appareillages haute et moyenne tension ».

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent rapport technique. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document auquel il est fait référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60050-441, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 441: Appareillages et fusibles*

CEI 60376, *Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF_6) pour l'utilisation dans les appareils électriques*

CEI 60480, *Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF_6) prélevé sur l'équipement électrique et spécification en vue de sa réutilisation*

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

CEI 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*