



IEC 61975

Edition 1.1 2016-09  
CONSOLIDATED VERSION

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**High-voltage direct current (HVDC) installations – System tests**

**Installations en courant continu à haute tension (CCHT) – Essais systèmes**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.130.10; 31.080.01

ISBN 978-2-8322-3631-4

**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.**

# REDLINE VERSION

# VERSION REDLINE



---

**High-voltage direct current (HVDC) installations – System tests**

**Installations en courant continu à haute tension (CCHT) – Essais systèmes**

## CONTENTS

FOREWORD .....	4
INTRODUCTION .....	6
1 Scope .....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	7
3.1 Test classifications terms .....	7
3.2 Operation state terms .....	8
4 <del>General</del> Objectives of system tests .....	9
4.1 <del>Purpose</del> Categories of system tests .....	9
4.2 Structure of the HVDC system .....	10
4.3 Structure of the control and protection system .....	12
4.4 Logical steps of system test.....	13
4.5 Structure of system test.....	14
4.6 Precondition for on-site test.....	14
4.7 Acceptance tests .....	15
5 Converter station test .....	17
5.1 General.....	17
5.2 Converter unit test.....	18
5.3 <del>Energizing</del> Energization of reactive components .....	19
5.4 Changing the <del>d-c</del> DC system configuration.....	20
5.5 Electromagnetic compatibility .....	21
5.6 Trip test .....	22
5.7 Open line test.....	23
5.8 Back-to-back test .....	25
5.9 Short circuit test .....	27
6 Transmission tests .....	28
6.1 Low power transmission tests .....	28
6.2 Operator control mode transfer .....	36
6.3 Changes of <del>d-c</del> DC configuration .....	42
6.4 Main circuit equipment switching .....	45
6.5 Dynamic performance testing .....	49
6.6 AC and <del>d-c</del> DC system staged faults .....	59
6.7 Loss of telecom, auxiliaries or redundant equipment .....	62
6.8 High power transmission tests .....	66
6.9 Final acceptance tests .....	70
7 Trial operation.....	77
7.1 General.....	77
7.2 Purpose of test.....	77
7.3 Test precondition.....	77
7.4 Test procedure .....	77
7.5 Test acceptance criteria .....	78
8 System test plan and documentation.....	78
8.1 General.....	78
8.2 Plant documentation and operating manual.....	78
8.3 System study reports and technical specification .....	78

8.4 Inspection and test plan.....78

8.5 System test program .....79

8.6 Test procedure for each test.....80

8.7 Documentation of system test results.....80

~~8.8 Deviation report.....~~

Bibliography .....82

  

Figure 1 – Relation among five major aspects of system test..... 10

Figure 2 – Structure of the HVDC system ..... 12

Figure 3 – Structure of the HVDC control and protection ..... 13

Figure 4 – Structure of system test ..... 16

Figure 5 – Sequence for low power transmission tests .....30

Figure 6 – Step response test of current control at the rectifier .....52

Figure 7 – Step response test of extinction angle control at the inverter.....52

Figure 8 – Step response test of ~~d.c.~~ DC voltage control at the inverter .....53

Figure 9 – Step response test of current control at the inverter .....53

Figure 10 – Step response test of power control at the rectifier .....54

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) INSTALLATIONS –  
SYSTEM TESTS****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.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**IEC 61975 edition 1.1 contains the first edition (2010-07) [documents 22F/221/FDIS and 22F/227/RVD] and its amendment 1 (2016-09) [documents 22F/375/CDV and 22F/394A/RVC].**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

International Standard IEC 61975 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This version constitutes a technical revision incorporating engineering experience.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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

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

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

## INTRODUCTION

The standard is structured in eight clauses:

- a) Clause 1 – Scope
  - b) Clause 2 – Normative references
  - c) Clause 3 – **Terms and definitions**
  - d) Clause 4 – **General Objectives of system tests**
  - e) This clause addresses the purpose of this standard, the HVDC system structure, the control and protection structure, the logical steps of commissioning, the structure of the system test and that of the system commissioning standard.
  - f) Clause 5 – Converter station test
  - g) This clause addresses the commissioning of converter units and verifies the steady state performance of units as well as switching tests.
  - h) Clause 6 – ~~Power~~ Transmission tests
  - i) This clause concerns the commissioning of the transmission system, and verifies station coordination, steady-state and dynamic performance, interference, as well as interaction between the ~~d.c.~~ DC and ~~a.c.~~ AC systems.
  - j) Clause 7 – Trial operation
  - k) After completion of the system test, the period of trial operation is normally specified to verify the normal transmission.
  - l) Clause 8 – System test plan and documentation
- Clauses 5 to 7 comprise individual sections providing an introduction and covering ~~objects~~ **objectives**, preconditions and procedures and general acceptance criteria as well as detailed descriptions of the individual tests.

## HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) INSTALLATIONS – SYSTEM TESTS

### 1 Scope

This International Standard applies to system tests for high-voltage direct current (HVDC) installations which consist of a sending terminal and a receiving terminal, each connected to an ~~a.c.~~ AC system.

The tests specified in this standard are based on bidirectional **monopolar** and bipolar high-voltage direct current (HVDC) installations which consist of a sending terminal and a receiving terminal, each connected to an ~~a.c.~~ AC system. The test requirements and acceptance criteria should be agreed for back-to-back installations, while multi-terminal systems and voltage sourced converters are not included in this standard. For monopolar HVDC installations, the standard applies except for bipolar tests.

For the special functions or performances that are claimed by specific projects, ~~some~~ extra test items not included in this standard should be added according to the technical specification requirements.

This standard only serves as a guideline to system tests for high-voltage direct current (HVDC) installations. The standard gives potential users guidance, regarding how to plan commissioning activities. The tests described in the guide may not be applicable to all projects, but represent a range of possible tests which should be considered.

Therefore, it is preferable that the project organization establishes the individual test program based on this standard and in advance assigns responsibilities for various tasks/tests between involved organisations (e.g. user, supplier, manufacturer, operator, purchaser etc.) for each specific project.

### 2 Normative references

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

IEC 60633:1998, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) power transmission*

IEC/TR 60919-2:2008, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line commutated converters – Part 2: Faults and switching*



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	86
INTRODUCTION .....	88
1 Domaine d'application .....	89
2 Références normatives.....	89
3 Termes et définitions .....	89
3.1 Termes afférents à la classification des essais.....	90
3.2 Termes afférents à l'état de fonctionnement.....	90
4 <del>Généralités</del> Objectifs des essais systèmes .....	91
4.1 <del>Objectif</del> Catégories des essais systèmes .....	91
4.2 Structure du système CCHT .....	92
4.3 Structure du système de commande et de protection .....	94
4.4 Etapes logiques d'un essai système .....	95
4.5 Structure d'un essai système .....	97
4.6 Condition préalable pour l'essai sur site.....	97
4.7 Essais d'acceptation.....	98
5 Essai du poste de conversion .....	100
5.1 Généralités .....	100
5.2 Essai de l'unité de conversion .....	101
5.3 Mise sous tension des composants réactifs.....	102
5.4 Modification de la configuration du système à courant continu.....	103
5.5 Compatibilité électromagnétique .....	104
5.6 Essai de déclenchement.....	106
5.7 Essai en ligne ouverte .....	107
5.8 Essai en opposition .....	109
5.9 Essai en court-circuit.....	111
6 Essais de transmission.....	111
6.1 Essais de transmission à faible puissance .....	111
6.2 Passage au mode de commande opérateur.....	121
6.3 Modification de la configuration à courant continu .....	128
6.4 Commutation du circuit principal .....	131
6.5 Essais de performance dynamique .....	136
6.6 Défauts étagés du système à courant alternatif et du système à courant continu .....	147
6.7 Perte de télécommunication, d'auxiliaires ou d'appareils redondants.....	150
6.8 Essais de transmission à puissance élevée.....	154
6.9 Essais d'acceptation finale .....	159
7 Essai de fonctionnement .....	167
7.1 Généralités .....	167
7.2 Objectif de l'essai .....	167
7.3 Conditions préalables de l'essai .....	167
7.4 Procédure d'essai.....	167
7.5 Critères d'acceptation de l'essai .....	168
8 Plan d'essai du système et documentation.....	168
8.1 Généralités .....	168

8.2	Documentation afférente à l'installation et manuel d'utilisation .....	168
8.3	Rapports d'étude sur le système et spécifications techniques.....	168
8.4	Plan d'inspection et d'essai .....	169
8.5	Programme d'essai du système .....	169
8.6	Procédure d'essai pour chaque essai.....	170
8.7	Documentation sur les résultats des essais du système .....	170
<del>8.8</del>	<del>Rapport d'écarts .....</del>	<del>172</del>
	Bibliographie .....	172
	Figure 1 – Relation entre les cinq aspects majeurs d'un essai système .....	92
	Figure 2 – Structure du système CCHT .....	94
	Figure 3 – Structure du système de commande et de protection du CCHT .....	95
	Figure 4 – Structure d'un essai système.....	99
	Figure 5 – Séquence des essais de transmission à faible puissance.....	114
	Figure 6 – Essai de réponse indicielle de la commande de courant au niveau du redresseur.....	138
	Figure 7 – Essai de réponse indicielle de la commande d'angle d'extinction au niveau de l'onduleur .....	139
	Figure 8 – Essai de réponse indicielle de la commande de tension continue au niveau de l'onduleur .....	140
	Figure 9 – Essai de réponse indicielle de la commande de courant au niveau de l'onduleur .....	140
	Figure 10 – Essai de réponse indicielle de la commande de puissance au niveau du redresseur.....	141

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTALLATIONS EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) –  
ESSAIS SYSTÈMES**

## AVANT-PROPOS

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

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**L'IEC 61975 édition 1.1 contient la première édition (2010-07) [documents 22F/221/FDIS et 22F/227/RVD] et son amendement 1 (2016-09) [documents 22F/375/CDV et 22F/394A/RVC].**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

La Norme Internationale IEC 61975 a été établie par le sous-comité 22F: Electronique de puissance pour les systèmes électriques de transmission et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Electronique de puissance.

Cette version constitue une révision technique combinée à une expérience en ingénierie.

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

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

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

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

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

## INTRODUCTION

La norme est structurée en huit articles:

a) Article 1 - Domaine d'application

b) Article 2 - Références normatives

c) Article 3 - Termes et définitions

d) Article 4 - ~~Généralités~~ Objectifs des essais systèmes

e) Cet article aborde l'objectif de la présente norme, la structure du système CCHT, la structure du système de commande et de protection, les étapes logiques de la mise en service, la structure de l'essai système et celle de la norme de mise en service du système.

f) Article 5 - Essai du poste de conversion

g) Cet article concerne la mise en service des unités de conversion, la vérification de la performance des unités en régime établi, et les essais de commutation.

h) Article 6 - Essais de transmission ~~d'énergie~~

i) Cet article concerne la mise en service du système de transmission, la vérification de la coordination des postes, la performance en régime établi et la performance dynamique, le brouillage, et l'interaction entre les systèmes à courant continu et les systèmes à courant alternatif.

j) Article 7 - Essai de fonctionnement

k) Après la réalisation de l'essai système, la période d'essai de fonctionnement est normalement spécifiée afin de vérifier la transmission classique.

l) Article 8 - Plan d'essai du système et documentation

Les Articles 5 à 7 comprennent des sections individuelles contenant l'introduction, les ~~objets~~ objectifs, les conditions préalables et les procédures, les critères d'acceptation et les descriptions détaillées des essais individuels.

## INSTALLATIONS EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) – ESSAIS SYSTÈMES

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux essais systèmes pour les installations en courant continu à haute tension (CCHT) qui se composent d'une borne d'émission et d'une borne de réception, chacune reliée à un système à courant alternatif.

Les essais spécifiés dans la présente norme sont basés sur des installations en courant continu à haute tension (CCHT) bidirectionnelles **monopolaires** et bipolaires qui se composent d'une borne d'émission et d'une borne de réception, chacune reliée à un système à courant alternatif. Il convient que les exigences d'essai et les critères d'acceptation soient convenus pour les installations en opposition, alors que les systèmes à bornes multiples et les convertisseurs à source de tension ne sont pas inclus dans la présente norme. Pour les installations CCHT monopolaires, la norme s'applique, excepté pour les essais bipolaires.

Pour les fonctions ou les performances spéciales, qui sont revendiquées par un projet spécifique, il convient que ~~certains~~ **des** points d'essai supplémentaires non inclus dans la présente norme soient ajoutés conformément aux exigences de la spécification technique.

La présente norme sert uniquement de lignes directrices des essais systèmes pour les installations en courant continu à haute tension (CCHT). La norme fournit des recommandations aux utilisateurs potentiels quant à la manière de planifier les activités de mise en service. Les essais décrits dans le guide ne peuvent être applicables à l'ensemble des projets, mais représentent une partie des essais possibles qu'il convient de prendre en considération.

Par conséquent, il est préférable que l'organisme en charge du projet établisse le programme d'essai individuel sur la base de la présente norme et attribue à l'avance les responsabilités relatives aux différentes tâches/ différents essais entre les organisations impliquées (par exemple, utilisateur, fournisseur, constructeur, opérateur, acheteur, etc.) pour chaque projet particulier.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

IEC 60633:1998, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

IEC/TR 60919-2:2008, *Fonctionnement des systèmes à courant continu à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau – Partie 2: Défauts et manœuvres*

# FINAL VERSION

# VERSION FINALE

---

**High-voltage direct current (HVDC) installations – System tests**

**Installations en courant continu à haute tension (CCHT) – Essais systèmes**



## CONTENTS

FOREWORD .....	4
INTRODUCTION .....	6
1 Scope .....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	7
3.1 Test classifications terms .....	7
3.2 Operation state terms .....	8
4 Objectives of system tests .....	9
4.1 Categories of system tests .....	9
4.2 Structure of the HVDC system .....	10
4.3 Structure of the control and protection system .....	11
4.4 Logical steps of system test.....	12
4.5 Structure of system test.....	13
4.6 Precondition for on-site test.....	13
4.7 Acceptance tests .....	14
5 Converter station test .....	16
5.1 General.....	16
5.2 Converter unit test.....	17
5.3 Energization of reactive components .....	18
5.4 Changing the DC system configuration .....	19
5.5 Electromagnetic compatibility .....	20
5.6 Trip test .....	21
5.7 Open line test.....	22
5.8 Back-to-back test .....	24
5.9 Short circuit test .....	26
6 Transmission tests .....	26
6.1 Low power transmission tests .....	26
6.2 Operator control mode transfer .....	34
6.3 Changes of DC configuration .....	40
6.4 Main circuit equipment switching .....	43
6.5 Dynamic performance testing .....	47
6.6 AC and DC system staged faults.....	57
6.7 Loss of telecom, auxiliaries or redundant equipment .....	60
6.8 High power transmission tests .....	63
6.9 Final acceptance tests .....	68
7 Trial operation.....	74
7.1 General.....	74
7.2 Purpose of test.....	75
7.3 Test precondition.....	75
7.4 Test procedure .....	75
7.5 Test acceptance criteria .....	75
8 System test plan and documentation.....	76
8.1 General.....	76
8.2 Plant documentation and operating manual.....	76
8.3 System study reports and technical specification .....	76



8.4 Inspection and test plan.....76  
8.5 System test program .....77  
8.6 Test procedure for each test.....77  
8.7 Documentation of system test results.....78  
Bibliography .....79

Figure 1 – Relation among five major aspects of system test..... 10  
Figure 2 – Structure of the HVDC system ..... 11  
Figure 3 – Structure of the HVDC control and protection ..... 12  
Figure 4 – Structure of system test ..... 15  
Figure 5 – Sequence for low power transmission tests .....28  
Figure 6 – Step response test of current control at the rectifier .....49  
Figure 7 – Step response test of extinction angle control at the inverter.....50  
Figure 8 – Step response test of DC voltage control at the inverter.....51  
Figure 9 – Step response test of current control at the inverter .....51  
Figure 10 – Step response test of power control at the rectifier .....52

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) INSTALLATIONS –  
SYSTEM TESTS****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.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**IEC 61975 edition 1.1 contains the first edition (2010-07) [documents 22F/221/FDIS and 22F/227/RVD] and its amendment 1 (2016-09) [documents 22F/375/CDV and 22F/394A/RVC].**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

International Standard IEC 61975 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This version constitutes a technical revision incorporating engineering experience.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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

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

## INTRODUCTION

The standard is structured in eight clauses:

Clause 1 – Scope

Clause 2 – Normative references

Clause 3 – Terms and definitions

Clause 4 – Objectives of system tests

This clause addresses the purpose of this standard, the HVDC system structure, the control and protection structure, the logical steps of commissioning, the structure of the system test and that of the system commissioning standard.

Clause 5 – Converter station test

This clause addresses the commissioning of converter units and verifies the steady state performance of units as well as switching tests.

Clause 6 – Transmission tests

This clause concerns the commissioning of the transmission system, and verifies station coordination, steady-state and dynamic performance, interference, as well as interaction between the DC and AC systems.

Clause 7 – Trial operation

After completion of the system test, the period of trial operation is normally specified to verify the normal transmission.

Clause 8 – System test plan and documentation

Clauses 5 to 7 comprise individual sections providing an introduction and covering objectives, preconditions and procedures and general acceptance criteria as well as detailed descriptions of the individual tests.

## HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) INSTALLATIONS – SYSTEM TESTS

### 1 Scope

This International Standard applies to system tests for high-voltage direct current (HVDC) installations which consist of a sending terminal and a receiving terminal, each connected to an AC system.

The tests specified in this standard are based on bidirectional monopolar and bipolar high-voltage direct current (HVDC) installations which consist of a sending terminal and a receiving terminal, each connected to an AC system. The test requirements and acceptance criteria should be agreed for back-to-back installations, while multi-terminal systems and voltage sourced converters are not included in this standard. For monopolar HVDC installations, the standard applies except for bipolar tests.

For the special functions or performances that are claimed by specific projects, extra test items not included in this standard should be added according to the technical specification requirements.

This standard only serves as a guideline to system tests for high-voltage direct current (HVDC) installations. The standard gives potential users guidance, regarding how to plan commissioning activities. The tests described in the guide may not be applicable to all projects, but represent a range of possible tests which should be considered.

Therefore, it is preferable that the project organization establishes the individual test program based on this standard and in advance assigns responsibilities for various tasks/tests between involved organisations (e.g. user, supplier, manufacturer, operator, purchaser etc.) for each specific project.

### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60633:1998, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) power transmission*

IEC/TR 60919-2:2008, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line commutated converters – Part 2: Faults and switching*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	82
INTRODUCTION .....	84
1 Domaine d'application .....	85
2 Références normatives .....	85
3 Termes et définitions .....	85
3.1 Termes afférents à la classification des essais .....	86
3.2 Termes afférents à l'état de fonctionnement .....	86
4 Objectifs des essais systèmes .....	87
4.1 Catégories des essais systèmes .....	87
4.2 Structure du système CCHT .....	88
4.3 Structure du système de commande et de protection .....	89
4.4 Etapes logiques d'un essai système .....	90
4.5 Structure d'un essai système .....	91
4.6 Condition préalable pour l'essai sur site .....	91
4.7 Essais d'acceptation .....	92
5 Essai du poste de conversion .....	94
5.1 Généralités .....	94
5.2 Essai de l'unité de conversion .....	95
5.3 Mise sous tension des composants réactifs .....	96
5.4 Modification de la configuration du système à courant continu .....	97
5.5 Compatibilité électromagnétique .....	98
5.6 Essai de déclenchement .....	100
5.7 Essai en ligne ouverte .....	101
5.8 Essai en opposition .....	103
5.9 Essai en court-circuit .....	105
6 Essais de transmission .....	105
6.1 Essais de transmission à faible puissance .....	105
6.2 Passage au mode de commande opérateur .....	114
6.3 Modification de la configuration à courant continu .....	121
6.4 Commutation du circuit principal .....	124
6.5 Essais de performance dynamique .....	128
6.6 Défauts étagés du système à courant alternatif et du système à courant continu .....	139
6.7 Perte de télécommunication, d'auxiliaires ou d'appareils redondants .....	143
6.8 Essais de transmission à puissance élevée .....	147
6.9 Essais d'acceptation finale .....	152
7 Essai de fonctionnement .....	159
7.1 Généralités .....	159
7.2 Objectif de l'essai .....	159
7.3 Conditions préalables de l'essai .....	159
7.4 Procédure d'essai .....	160
7.5 Critères d'acceptation de l'essai .....	160
8 Plan d'essai du système et documentation .....	160
8.1 Généralités .....	160

8.2	Documentation afférente à l'installation et manuel d'utilisation .....	161
8.3	Rapports d'étude sur le système et spécifications techniques.....	161
8.4	Plan d'inspection et d'essai .....	161
8.5	Programme d'essai du système .....	162
8.6	Procédure d'essai pour chaque essai.....	162
8.7	Documentation sur les résultats des essais du système .....	163
	Bibliographie .....	164
	Figure 1 – Relation entre les cinq aspects majeurs d'un essai système .....	88
	Figure 2 – Structure du système CCHT .....	89
	Figure 3 – Structure du système de commande et de protection du CCHT .....	90
	Figure 4 – Structure d'un essai système.....	93
	Figure 5 – Séquence des essais de transmission à faible puissance.....	107
	Figure 6 – Essai de réponse indicielle de la commande de courant au niveau du redresseur .....	131
	Figure 7 – Essai de réponse indicielle de la commande d'angle d'extinction au niveau de l'onduleur .....	132
	Figure 8 – Essai de réponse indicielle de la commande de tension continue au niveau de l'onduleur .....	132
	Figure 9 – Essai de réponse indicielle de la commande de courant au niveau de l'onduleur .....	133
	Figure 10 – Essai de réponse indicielle de la commande de puissance au niveau du redresseur.....	134

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTALLATIONS EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) –  
ESSAIS SYSTÈMES**

## AVANT-PROPOS

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

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**L'IEC 61975 édition 1.1 contient la première édition (2010-07) [documents 22F/221/FDIS et 22F/227/RVD] et son amendement 1 (2016-09) [documents 22F/375/CDV et 22F/394A/RVC].**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**



La Norme Internationale IEC 61975 a été établie par le sous-comité 22F: Electronique de puissance pour les systèmes électriques de transmission et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Electronique de puissance.

Cette version constitue une révision technique combinée à une expérience en ingénierie.

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

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

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

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

## INTRODUCTION

La norme est structurée en huit articles:

Article 1 - Domaine d'application

Article 2 - Références normatives

Article 3 - Termes et définitions

Article 4 - Objectifs des essais systèmes

Cet article aborde l'objectif de la présente norme, la structure du système CCHT, la structure du système de commande et de protection, les étapes logiques de la mise en service, la structure de l'essai système et celle de la norme de mise en service du système.

Article 5 - Essai du poste de conversion

Cet article concerne la mise en service des unités de conversion, la vérification de la performance des unités en régime établi, et les essais de commutation.

Article 6 - Essais de transmission

Cet article concerne la mise en service du système de transmission, la vérification de la coordination des postes, la performance en régime établi et la performance dynamique, le brouillage, et l'interaction entre les systèmes à courant continu et les systèmes à courant alternatif.

Article 7 - Essai de fonctionnement

Après la réalisation de l'essai système, la période d'essai de fonctionnement est normalement spécifiée afin de vérifier la transmission classique.

Article 8 - Plan d'essai du système et documentation

Les Articles 5 à 7 comprennent des sections individuelles contenant l'introduction, les objectifs, les conditions préalables et les procédures, les critères d'acceptation et les descriptions détaillées des essais individuels.

## **INSTALLATIONS EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) – ESSAIS SYSTÈMES**

### **1 Domaine d'application**

La présente Norme internationale s'applique aux essais systèmes pour les installations en courant continu à haute tension (CCHT) qui se composent d'une borne d'émission et d'une borne de réception, chacune reliée à un système à courant alternatif.

Les essais spécifiés dans la présente norme sont basés sur des installations en courant continu à haute tension (CCHT) bidirectionnelles monopolaires et bipolaires qui se composent d'une borne d'émission et d'une borne de réception, chacune reliée à un système à courant alternatif. Il convient que les exigences d'essai et les critères d'acceptation soient convenus pour les installations en opposition, alors que les systèmes à bornes multiples et les convertisseurs à source de tension ne sont pas inclus dans la présente norme. Pour les installations CCHT monopolaires, la norme s'applique, excepté pour les essais bipolaires.

Pour les fonctions ou les performances spéciales, qui sont revendiquées par un projet spécifique, il convient que des points d'essai supplémentaires non inclus dans la présente norme soient ajoutés conformément aux exigences de la spécification technique.

La présente norme sert uniquement de lignes directrices des essais systèmes pour les installations en courant continu à haute tension (CCHT). La norme fournit des recommandations aux utilisateurs potentiels quant à la manière de planifier les activités de mise en service. Les essais décrits dans le guide ne peuvent être applicables à l'ensemble des projets, mais représentent une partie des essais possibles qu'il convient de prendre en considération.

Par conséquent, il est préférable que l'organisme en charge du projet établisse le programme d'essai individuel sur la base de la présente norme et attribue à l'avance les responsabilités relatives aux différentes tâches/ différents essais entre les organisations impliquées (par exemple, utilisateur, fournisseur, constructeur, opérateur, acheteur, etc.) pour chaque projet particulier.

### **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

IEC 60633:1998, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

IEC/TR 60919-2:2008, *Fonctionnement des systèmes à courant continu à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau – Partie 2: Défauts et manœuvres*