

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60-1**

Deuxième édition
Second edition
1989-11

Techniques des essais à haute tension

Première partie:
Définitions et prescriptions générales
relatives aux essais

High-voltage test techniques

Part 1:
General definitions and test requirements

© CEI 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XB
PRICE CODE

•
*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	12
PRÉFACE	12
 Articles	
Section 1 : Généralités	14
1 Domaine d'application	14
2 Objet	14
Section 2 : Définitions générales	16
3 Chocs	16
3.1 Chocs de foudre et de manoeuvres	16
4 Caractéristiques relatives à la décharge disruptive et aux tensions d'essai	16
4.1 Décharge disruptive	16
4.2 Caractéristiques de la tension d'essai	18
4.3 Tension de décharge disruptive d'un objet en essai	18
4.4 Caractéristiques statistiques des tensions de décharge disruptive	18
4.5 Tension de tenue d'un objet en essai	20
4.6 Tension de décharge disruptive assurée d'un objet en essai	20
5 Classification des isolations en des objets en essai	20
5.1 Isolation externe	20
5.2 Isolation interne	22
5.3 Isolation autorégénératrice	22
5.4 Isolation non autorégénératrice	22
Section 3 : Prescriptions générales relatives aux modalités d'essais et aux objets en essai	24
6 Prescriptions générales pour les modalités d'essai	24
7 Dispositions générales de l'objet en essai	24
8 Essais à sec	26
9 Essais sous pluie	26
9.1 Procédure normalisée d'essais sous pluie	26
9.2 Modalités traditionnelles d'essais sous pluie sous tension alternative	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	13
PREFACE	13
Clause	
Section 1: General	15
1 Scope	15
2 Object	15
Section 2: General Definitions	17
3 Impulses	17
3.1 Lightning and switching impulses	17
4 Characteristics related to disruptive discharge and test voltages	17
4.1 Disruptive discharge	17
4.2 Characteristics of the test voltage	19
4.3 Disruptive discharge voltage of a test object	19
4.4 Statistical characteristics of disruptive discharge voltages	19
4.5 Withstand voltage of a test object	21
4.6 Assured disruptive discharge voltage of a test object	21
5 Classification of insulation in test objects	21
5.1 External insulation	21
5.2 Internal insulation	23
5.3 Self-restoring insulation	23
5.4 Non-self-restoring insulation	23
Section 3: General Requirements Relating to Test Procedures and Test Objects	25
6 General requirements for test procedures	25
7 General arrangement of the test object	25
8 Dry tests	27
9 Wet tests	27
9.1 Standard wet test procedure	27
9.2 Traditional procedures for wet tests with alternating voltages	31

10	Essais sous pollution artificielle	30
10.1	Préparation de l'objet en essai	32
10.2	Modalités d'essai	32
10.3	Degré de pollution	34
11	Conditions atmosphériques	36
11.1	Atmosphère normalisée de référence	36
11.2	Facteurs de correction atmosphérique	36
11.3	Essais sous pluie, essais sous pollution artificielle et essais avec des tensions combinées	38
11.4	Exigences contradictoires résultant d'essais de l'isolation interne et de l'isolation externes	40
11.5	Mesure de l'humidité	40
Section 4 : Essais en tension continue		42
12	Définitions concernant les essais en tension continue	42
12.1	Valeur de la tension d'essai	42
12.2	Ondulation	42
13	Tension d'essai	42
13.1	Prescriptions relatives à la tension d'essai	42
13.2	Production de la tension d'essai	42
13.3	Mesurage de la tension d'essai	44
13.4	Mesure du courant d'essai	46
14	Modalités d'essais	46
14.1	Essais de tension de tenue	46
14.2	Essais de tension de décharge disruptive	48
14.3	Essais de tension de décharge disruptive assurée	48
Section 5 : Essais en tension alternative		50
15	Définitions concernant les essais en tension alternative	50
15.1	Définitions concernant les essais en tension alternative	50
15.2	Valeur de crête	50
15.3	Valeur efficace	50
16	Tension d'essai	50
16.1	Prescriptions relatives à la tension d'essai	50
16.2	Production de la tension d'essai	52
16.3	Mesure de la tension d'essai	54
17	Modalités d'essais	56
17.1	Essais de tension de tenue	56
17.2	Essais de tension de décharge disruptive	56
17.3	Essais de tension de décharge disruptive assurée	58

10	Artificial pollution tests	31
10.1	Preparation of test object	33
10.2	Test procedures	33
10.3	Degree of pollution	35
11	Atmospheric conditions	37
11.1	Standard reference atmosphere	37
11.2	Atmospheric correction factors	37
11.3	Wet tests, tests under artificial pollution and combined tests	39
11.4	Conflicting requirements for testing internal and external insulation	41
11.5	Measurement of humidity	41
Section 4: Tests with Direct Voltage		43
12	Definitions for direct voltage tests	43
12.1	Value of the test voltage	43
12.2	Ripple	43
13	Test voltage	43
13.1	Requirements for the test voltage	43
13.2	Generation of the test voltage	43
13.3	Measurement of the test voltage	45
13.4	Measurement of the test current	47
14	Test procedures	47
14.1	Withstand voltage tests	47
14.2	Disruptive discharge voltage tests	49
14.3	Assured disruptive discharge voltage tests	49
Section 5: Tests with Alternating Voltage		51
15	Definitions for alternating voltage tests	51
15.1	Definitions for alternating voltage tests	51
15.2	Peak value	51
15.3	R.M.S. value	51
16	Test Voltage	51
16.1	Requirements for the test voltage	51
16.2	Generation of the test voltage	53
16.3	Measurement of the test voltage	55
17	Test procedures	57
17.1	Withstand voltage tests	57
17.2	Disruptive discharge voltage tests	57
17.3	Assured disruptive discharge voltage tests	59

Section 6 : Essais en tension de choc de foudre	60
18 Définitions concernant les essais aux chocs de foudre	60
18.1 Définitions d'application générale	60
18.2 Définitions propres aux tensions de chocs coupées	62
18.3 Courbes tension/temps	64
19 Tension d'essai	64
19.1 Choc de foudre normalisé	64
19.2 Tolérances	64
19.3 Choc de foudre coupé normalisé	66
19.4 Chocs de foudre spéciaux	66
19.5 Production de la tension d'essai	66
19.6 Mesure de la tension d'essai et détermination de la forme du choc	66
19.7 Mesure du courant lors des essais avec des tensions de choc	68
20 Modalités pour les essais	68
20.1 Essais de tension de tenue	68
20.2 Modalités pour essais de tension de décharge disruptive assurée	72
Section 7 : Essais aux chocs de manoeuvres	74
21 Définitions concernant les essais de chocs de manoeuvre	74
21.1 Choc de manoeuvre	74
21.2 Valeur de la tension d'essai	74
21.3 Durée jusqu'à la crête T_p	74
21.4 Durée jusqu'à la mi-valeur T_2	74
21.5 Durée au-dessus de 90 % T_d	74
21.6 Durée jusqu'à zéro T_0	74
21.7 Durée jusqu'à la coupure T_c	76
21.8 Choc à front linéaire	76
22 Tension d'essai	76
22.1 Choc de manoeuvre normalisé	76
22.2 Tolérances	76
22.3 Chocs de manoeuvre spéciaux	76
22.4 Production de la tension d'essai	78
22.5 Mesure de la tension d'essai et détermination de la forme du choc	78
23 Procédures d'essai	78
Section 8 : Essais aux chocs de courant	80
24 Définitions concernant les essais aux chocs de courant	80
24.1 Chocs de courant	80
24.2 Valeur du courant d'essai	80
24.3 Durée du front T_1	80
24.4 Origine conventionnelle O_1	80
24.5 Durée jusqu'à la mi-valeur T_2	80
24.6 Durée de la crête d'un choc de courant rectangulaire T_d	80
24.7 Durée totale d'un choc de courant rectangulaire T_t	82

Section 6: Tests with Lightning Impulse Voltage	61
18 Definitions for lightning impulse tests	61
18.1 Definitions of general applicability	61
18.2 Definitions applicable only to chopped impulses	63
18.3 Voltage/time curves	65
19 Test Voltage	65
19.1 Standard lightning impulse	65
19.2 Tolerances	65
19.3 Standard chopped lightning impulse	67
19.4 Special lightning impulses	67
19.5 Generation of the test voltage	67
19.6 Measurement of the test voltage and determination of impulse shape	67
19.7 Measurement of current during tests with impulse voltages	69
20 Test Procedures	69
20.1 Withstand voltage tests	69
20.2 Procedures for assured discharge voltage tests	73
Section 7: Tests with Switching Impulses	75
21 Definitions for switching impulse tests	75
21.1 Switching impulse	75
21.2 Value of the test voltage	75
21.3 Time to peak T_p	75
21.4 Time to half-value T_2	75
21.5 Time above 90% T_d	75
21.6 Time to zero T_0	75
21.7 Time to chopping T_c	77
21.8 Linearly rising impulse	77
22 Test voltage	77
22.1 Standard switching impulse	77
22.2 Tolerances	77
22.3 Special switching impulses	77
22.4 Generation of the test voltage	79
22.5 Measurement of test voltage and determination of impulse shape	79
23 Test procedures	79
Section 8: Tests with Impulse Current	81
24 Definitions for impulse current tests	81
24.1 Impulse current	81
24.2 Value of the test current	81
24.3 Front time T_1	81
24.4 Virtual origin O_1	81
24.5 Time to half-value T_2	81
24.6 Duration of peak of a rectangular impulse current T_d	81
24.7 Total duration of a rectangular impulse current T_i	83

25	Courant d'essai	82
25.1	Chocs de courant normalisés	82
25.2	Tolérances	82
25.3	Mesure du courant d'essai	84
25.4	Mesure de la tension pendant les essais de courants de choc	84
Section 9 : Essais avec des tensions combinées et essais composites		86
26	Essais sous tensions combinées	86
26.1	Valeur de la tension d'essai U	86
26.2	Décalage temporel Δt	86
26.3	Formes d'ondes de tension réelles	86
26.4	Disposition de l'objet en essai	88
26.5	Facteurs de correction atmosphérique	88
27	Essais composites	88
Annexe A : Traitement statistique des résultats d'essais		90
A.1	Classification des essais	90
A.1.1	Classe 1 : Méthode des paliers multiples	90
A.1.2	Classe 2 : Essais de montée et descente	90
A.1.3	Classe 3 : Méthodes des décharges	90
A.2	Caractère statistique des décharges disruptives	92
A.2.1	Intervalle de confiance et erreur statistique	92
A.3	Analyse des résultats d'essais	94
A.3.1	Traitement des résultats des essais de Classe 1	94
A.3.2	Traitement des résultats des essais de Classe 2	96
A.3.3	Traitement des résultats des essais de Classe 3	96
A.4	Application des méthodes de vraisemblance	98
A.4.1	Fonction de vraisemblance	98
A.4.2	Estimation de U_{50} et z	100
Annexe B : Modalités d'essais sous pollution		102
B.1	Production du brouillard salin	102
B.1.1	Préparation de la solution saline	102
B.1.2	Description détaillée du système de pulvérisation	102
B.2	Méthode d'application et d'humidification de la couche solide	102
B.2.1	Préparation du produit à déposer	102
B.2.2	Principales caractéristiques des matériaux inertes	104
B.2.3	Procédure d'application du revêtement et d'humidification	104
B.3	Mesure du degré de pollution	106
B.3.1	Conductivité de surface	106

25	Test current	83
25.1	Standard impulse currents	83
25.2	Tolerances	83
25.3	Measurement of the test current	85
25.4	Measurement of voltage during tests with impulse current	85
Section 9: Combined and Composite Tests		87
26	Combined voltage tests	87
26.1	Value of the test voltage U	87
26.2	Time delay Δt	87
26.3	Actual voltage shapes	87
26.4	Arrangement of the test object	89
26.5	Atmospheric correction factors	89
27	Composite tests	89
Appendix A: Statistical Treatment of Test Results		91
A.1	Classification of tests	91
A.1.1	Class 1: Multiple-level tests	91
A.1.2	Class 2: Up-and-down tests	91
A.1.3	Class 3: Successive Discharge Tests	91
A.2	Statistical Behaviour of Disruptive Discharge	93
A.2.1	Confidence limits and statistical error	93
A.3	Analysis of Test Results	95
A.3.1	Treatment of Results from Class 1 Tests	95
A.3.2	Treatment of Results from Class 2 Tests	97
A.3.3	Treatment of Results from Class 3 Tests	97
A.4	Application of likelihood methods	99
A.4.1	The likelihood function	99
A.4.2	Estimation of U_{50} and z	101
Appendix B: Pollution Test Procedures		103
B.1	Production of salt fog	103
B.1.1	Preparation of salt solution	103
B.1.2	Details of spraying system	103
B.2	Pre-deposition of pollution, coating and wetting procedure	103
B.2.1	Preparation of coating material	103
B.2.2	Main characteristics of the inert materials	105
B.2.3	Solid coating and wetting procedure	105
B.3	Measurement of the degree of pollution	107
B.3.1	Surface conductivity of the insulating surface	107

B.3.2	Quantité équivalente de chlorure de sodium par cm ² de surface isolante (S.D.D. mg/cm ²)	106
Annexe C	Etalonnage d'un dispositif de mesure non-approv�� à l'aide d'un éclateur pointe/pointe	110
C.1	Disposition générale	110
C.2	Valeurs de référence	110
C.3	Procédure d'étalonnage	110
Figures		112

B.3.2 Equivalent amount of sodium chloride per square centimetre of the insulating surface (S.D.D. mg/cm ²).	107
Appendix C: Calibration of a Non-Approved Measurement Device with a Rod/Rod Gap	111
C.1 General arrangement of a rod/rod gap	111
C.2 Reference Values	111
C.3 Calibration Procedure	111
Figures	112

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DES ESSAIS HAUTE TENSION

Partie 1 : Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Études ou son représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Études No. 42 de la CEI : Technique des essais à haute tension.

La texte de cette norme est issu des documents suivants :

Règle des Six Mois	Rapport de vote
42(BC)40	42(BC)41

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH VOLTAGE TEST TECHNIQUES**Part 1: General definitions and test requirements**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects examined.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee 42: High Voltage testing techniques .

The text of this standard is based upon the following documents:

Six Month's Rule	Report on Voting
42(CO)40	42(CO)41

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

TECHNIQUE DES ESSAIS HAUTE TENSION

PARTIE 1 : DEFINITIONS, PRESCRIPTIONS ET MODALITÉS RELATIVES AUX ESSAIS

Section 1 : Généralités

1 Domaine d'application

La présente norme est applicable :

- aux essais diélectriques en tension continue,
- aux essais diélectriques en tension alternative,
- aux essais diélectriques en tension de choc,
- aux essais en courant de choc,
- aux essais combinant les essais ci-dessus.

Cette norme n'est applicable qu'aux essais de matériels ayant leur tension la plus élevée pour le matériel U_m supérieure à 1 kV.

Elle n'est pas destinée à être utilisée pour les essais de compatibilité électromagnétique sur du matériel électrique ou électronique.

HIGH VOLTAGE TEST TECHNIQUES

PART 1: GENERAL DEFINITIONS AND TEST REQUIREMENTS

Section 1: General

1 Scope

This standard is applicable to:

- dielectric tests with direct voltage;
- dielectric tests with alternating voltage;
- dielectric tests with impulse voltage;
- tests with impulse current;
- tests with combinations of the above.

This standard is applicable only to tests on equipment having its highest voltage for equipment U_m above 1 kV.

This standard is not intended to be used for electromagnetic compatibility tests on electric or electronic equipment.