

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

**CEI
IEC
34-15**

Première édition
First edition
1990-04

Machines électriques tournantes

Quinzième partie:

Niveaux de tension de tenue au choc des machines
tournantes à courant alternatif à bobines stator
préformées

Rotating electrical machines

Part 15:

Impulse voltage withstand levels of rotating
a.c. machines with form-wound stator coils



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 34-15: 1990

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
34-15

Première édition
First edition
1990-04

Machines électriques tournantes

Quinzième partie:

Niveaux de tension de tenue au choc des machines
tournantes à courant alternatif à bobines stator
préformées

Rotating electrical machines

Part 15:

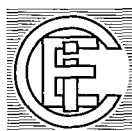
Impulse voltage withstand levels of rotating
a.c. machines with form-wound stator coils

© CEI 1990 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
PRICE CODE

H

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES**Quinzième partie: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont 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 vœu 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'Etudes n° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
2(BC)555	2(BC)553	2(BC)557	2(BC)561

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente norme constitue la quinzième partie d'une série de publications traitant de machines électriques tournantes dont les autres parties sont:

- Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement, éditée comme CEI 34-1.
- Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction), éditée comme CEI 34-2.
- Troisième partie: Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones, éditée comme CEI 34-3.
- Quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, éditée comme CEI 34-4.
- Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes, éditée comme CEI 34-5.
- Sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes, éditée comme CEI 34-6.
- Septième partie: Symboles pour les formes de construction et les dispositions de montage des machines électriques tournantes, éditée comme CEI 34-7.
- Huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes, éditée comme CEI 34-8.
- Neuvième partie: Limites du bruit, éditée comme CEI 34-9.
- Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones, éditée comme CEI 34-10.
- Onzième partie: Protection thermique incorporée, Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes, éditée comme CEI 34-11.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES**Part 15: Impulse voltage withstand levels of
rotating a.c. machines with form-wound stator coils**

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 dealt with.
- 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 No.2: Rotating machinery.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
2(CO)535	2(CO)553	2(CO)557	2(CO)561

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

This standard forms Part 15 of a series of publications dealing with rotating electrical machinery, the other parts being:

- Part 1: Rating and performance, issued as IEC 34-1.
- Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles), issued as IEC 34-2.
- Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines, issued as IEC 34-3.
- Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests, issued as IEC 34-4.
- Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures for rotating machines, issued as IEC 34-5.
- Part 6: Methods of cooling rotating machinery, issued as IEC 34-6.
- Part 7: Symbols for types of construction and mounting arrangements of rotating electrical machinery, issued as IEC 34-7.
- Part 8: Terminal markings and direction of rotation of rotating machines, issued as IEC 34-8.
- Part 9: Noise limits, issued as IEC 34-9.
- Part 10: Conventions for description of synchronous machines, issued as IEC 34-10.
- Part 11: Built-in thermal protection, Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines, issued as IEC 34-11.

- Partie 11-2: Protection thermique incorporée, Chapitre 2: Détecteurs thermiques et auxiliaires de commande utilisés dans les dispositifs de protection thermique, éditée comme CEI 34-11-2.
- Partie 11-3: Protection thermique incorporée, Chapitre 3: Règles générales concernant les protecteurs thermiques utilisés dans les dispositifs de protection thermique, éditée comme CEI 34-11-3.
- Douzième partie: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V, éditée comme CEI 34-12.
- Treizième partie: Spécification pour les moteurs auxiliaires pour laminoirs, éditée comme CEI 34-13.
- Quatorzième partie: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm – Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire, éditée comme CEI 34-14.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 34-1 (1983): Machines électriques tournantes, Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.

60-2 (1973): Techniques des essais à haute tension, Deuxième partie: Modalités d'essais.

71-1 (1976): Coordination de l'isolement, Première partie: Termes, définitions, principes et règles.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-15:1990

- Part 11-2: Built-in thermal protection, Chapter 2: Thermal detectors and control units used in thermal protection systems, issued as IEC 34-11-2.
- Part 11-3: Built-in thermal protection, Chapter 3: General rules for thermal protectors used in thermal protection systems, issued as IEC 34-11-3.
- Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors for voltages up to and including 660 V, issued as IEC 34-12.
- Part 13: Specification for mill auxiliary motors, issued as IEC 34-13.
- Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher – Measurement, evaluation and limits of the vibration severity, issued as IEC 34-14.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 34-1 (1983): Rotating electrical machines, Part 1: Rating and performance.
60-2 (1973): High-voltage test techniques, Part 2: Test procedures.
71-1 (1976): Insulation co-ordination, Part 1: Terms, definitions, principles and rules.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60034-15:1990

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

Quinzième partie: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées

Introduction

La Publication 71-1 de la CEI spécifie les prescriptions générales pour l'isolement phase-terre du matériel dans les systèmes triphasés à courant alternatif et indique que chaque Comité de Produit est chargé de spécifier les niveaux d'isolement et les procédures d'essai pour son matériel, en prenant en considération les recommandations de la Publication 71-1. L'objet de la présente norme est de spécifier les prescriptions pour les machines électriques tournantes, et l'expérience a montré que les valeurs données dans la présente norme sont conformes aux prescriptions d'isolement pour les contraintes principales en service dans les conditions habituelles de fonctionnement. Un commentaire des principes adoptés lors de la préparation des présentes prescriptions est donné dans l'annexe A.

1 Domaine d'application

La présente norme est applicable aux machines tournantes à courant alternatif pour tensions assignées de 3 kV à 15 kV inclus et comportant des bobines stator préformées.

2 Objet

La présente norme spécifie les niveaux de tension assignée phase-terre de tenue au choc ainsi que les procédures et tensions d'essai à appliquer à l'isolation principale et à l'isolation entre spires de bobines échantillons pour établir le niveau de tension de tenue au choc de la machine et donne des informations pour les essais individuels. La norme couvre les surtensions dont l'origine est la foudre, mais on envisage d'étendre la norme afin de couvrir les surtensions dues à des disjoncteurs sous vide et autres.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables:

- 3.1 *Essai sur prélèvement*: Essai effectué sur des bobines suffisamment représentatives de la configuration du produit fini à utiliser dans la machine, dans le but d'évaluer la conception de base, le type de matériaux, les procédures de fabrication et la mise en œuvre du système d'isolation.
- 3.2 *Essai individuel*: Essai effectué sur toutes les bobines de la machine.
- 3.3 *Bobine stator préformée*: Bobine préformée avant son insertion dans le stator.

4 Niveaux de tension de tenue aux chocs

Les niveaux de tension assignée de tenue au choc de foudre pour certaines tensions assignées sont donnés dans la colonne 2 du tableau 1.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils

Introduction

IEC Publication 71-1 specifies general requirements for the phase-to-earth insulation of equipment in three-phase a.c. systems and states that each Apparatus Committee is responsible for specifying the insulation levels and test procedures for its equipment, taking into consideration the recommendations of Publication 71-1. The object of this standard is to specify requirements for rotating electrical machines and experience has shown that the values given in this standard meet the insulation requirements for the essential stresses in service under usual operating conditions. An explanation of the principles adopted in preparing these requirements is given in Appendix A.

1 Scope

This standard applies to rotating a.c. machines for rated voltages from 3 kV to 15 kV inclusive and incorporating form-wound stator coils.

2 Object

This standard specifies the rated phase-to-earth impulse voltage withstand levels and the test procedures and voltages to be applied to the main and interturn insulation of sample coils to prove the impulse voltage withstand level of the machine, and gives some guidance for routine tests. The standard covers surges originating from lightning but consideration is being given to extending the standard to cover surges originating from switching vacuum and other circuit-breakers.

3 Definitions

For the purpose of this standard the following definitions apply:

- 3.1 *Random sample test*: A test carried out on coils which adequately represent the configuration of the finished item to be used in the machine, for the purpose of evaluating the basic design, type of materials, manufacturing procedures and processes incorporated in the insulation system.
- 3.2 *Routine test*: A test carried out on all coils of the machine.
- 3.3 *Form-wound stator coil*: A coil which is preformed to shape before insertion in the stator.

4 Impulse voltage withstand levels

The rated lightning impulse voltage withstand levels for certain rated voltages are given in column 2 of Table 1.

Tableau 1 – Niveaux assignés d'isolement pour les machines tournantes

1 Tension assignée	2 Tension assignée de tenue au choc de foudre (crête)	3 Tension assignée de tenue à fréquence industrielle (valeur efficace) conformément à la Publication 34-1 de la CEI
kV	kV	kV
3	17	7
3,3	18	7,6
4	21	9,0
6	29	13
6,6	31	14,2
10	45	21
11	49	23
13,2	58	27,4
13,8	60	28,6
15	65	31

NOTES

1 Les niveaux dans la colonne 2 sont basés sur un choc de foudre normal d'une durée de front de 1,2 µs et d'une durée à mi-valeur de 50 µs comme spécifié dans la Publication 60-2 de la CEI.

2 Les niveaux dans la colonne 2 sont obtenus par application de la formule:

$$U_p = 4 U_N + 5$$

où:

U_p = tension assignée de tenue au choc de foudre (crête) en kilovolts

U_N = tension assignée en kilovolts

3 Les niveaux dans la colonne 2 ont été jugés appropriés, compte tenu à la fois des caractéristiques moyennes des machines et des conditions «habituelles» de fonctionnement.

Cependant, les niveaux mentionnés ci-dessus peuvent ne pas être valables pour des conditions de fonctionnement «spéciales» (par exemple des machines connectées directement à des lignes aériennes) ou des circonstances anormales (par exemple réenclenchements multiples de l'appareillage) et, dans de tels cas, il convient que les enroulements soient ou bien conçus pour supporter d'autres niveaux de choc ou bien protégés de manière appropriée.

Les niveaux de tension assignée de tenue au choc de foudre pour d'autres tensions assignées entre 3 kV et 15 kV peuvent être obtenus par application de la formule donnée dans la note 2 du tableau 1, les valeurs obtenues étant arrondies au nombre entier le plus proche.

5 Essais

5.1 Essais sur prélèvement

Ces essais sont effectués à titre de démonstration indirecte comme expliqué au paragraphe A.3.2 de l'annexe A. Les bobines d'essai doivent être complètement terminées, y compris la protection anti-effluve si elle est prévue, et doivent être soit mises dans des encoches, soit enveloppées de ruban en feuille conductrice mise à la terre dans la partie correspondante de l'encoche. Le nombre de bobines échantillons doit être égal à deux, sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur.

Toutes les bobines essayées doivent satisfaire aux prescriptions données ci-dessous et, en cas de défaut, des recherches doivent être effectuées afin d'en déterminer la cause.

5.1.1 Essai de choc de l'isolation entre spires

5.1.1.1 L'essai de choc de l'isolation entre spires doit être effectué en appliquant une tension entre les deux extrémités des bobines échantillons.

Table 1 – Rated insulation levels for rotating machines

1 Rated voltage	2 Rated lightning impulse withstand voltage (peak)	3 Rated power-frequency withstand voltage (r.m.s.) according to IEC Publication 34-1
kV	kV	kV
3	17	7
3,3	18	7,6
4	21	9,0
6	29	13
6,6	31	14,2
10	45	21
11	49	23
13,2	58	27,4
13,8	60	28,6
15	65	31

NOTES

1 The levels in column 2 are based on a standard lightning impulse having a front time of 1,2 µs and a time to half-value of 50 µs as specified in IEC Publication 60-2.

2 The levels in column 2 are obtained by application of the formula:

$$U_p = 4 U_N + 5$$

where:

U_p = rated lightning impulse withstand voltage (peak) in kilovolts

U_N = rated voltage in kilovolts

3 The levels in column 2 have been deemed appropriate by taking into consideration both the average characteristics of machines and "usual" operating conditions.

The above-mentioned levels, therefore, may not be adequate for "special" operating conditions (e.g. machines directly connected to overhead lines) or "abnormal events" (e.g. multiple re-ignition of the switchgear) and in such cases the windings should either be designed to withstand other impulse levels or be protected in an appropriate way.

Rated lightning impulse voltage withstand levels for other rated voltages between 3 kV and 15 kV can be obtained by application of the formula given in note 2 of Table 1, the values obtained being rounded off to the nearest whole number.

5 Tests

5.1 Random sample tests

These tests are performed as an indirect proof as explained in Sub-clause A.3.2 of Appendix A. The test coils shall be finally processed, including corona protection, if provided, and shall be either embedded in slots or fitted with the slot portion wrapped in earthed conducting tape or foil. The number of sample coils shall be two, unless agreed otherwise between the manufacturer and the purchaser.

All tested coils shall fulfill the requirements given below and, in the case of a failure, investigations shall be carried out to determine the cause.

5.1.1 Impulse test of the interturn insulation

5.1.1.1 The impulse test of the interturn insulation shall be performed by applying a voltage between the two terminals of the sample coils.

5.1.1.2 La tension d'essai entre spires doit être produite par la décharge oscillante amortie d'un condensateur. Le nombre de décharges du condensateur doit être de cinq, sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur. Afin d'obtenir une équipartition de la surtension entre les spires de la bobine, il est recommandé que la durée du front de la première crête de tension ne soit pas inférieure à 0,5 μ s.

5.1.1.3 Les crêtes de tension entre les extrémités de la bobine échantillon doivent être égales à 50% des valeurs données dans le tableau 1, colonne 2, ou à 50% des valeurs obtenues par application de la formule $U_p = 4 U_N + 5$ (voir article 4). Cela est conforme à la présomption de 50% mentionnée au paragraphe A.3.2.3 de l'annexe A. Si les calculs et les essais montrent que moins de 40% ou plus de 60% de la tension de choc incidente apparaît à travers la bobine d'entrée, il convient de soumettre la tension d'essai à un accord entre le constructeur et l'acheteur.

5.1.2 Essai de tenue au choc de l'isolation principale

Le niveau de tenue au choc de l'isolation principale est vérifié en appliquant soit une tension à fréquence industrielle (voir paragraphe 5.1.2.1) soit une tension de choc (voir paragraphe 5.1.2.2).

5.1.2.1 Essai de tension à fréquence industrielle

La tension efficace ($2U_N + 1$) kV doit être appliquée pendant 1 min entre les extrémités de bobine et la terre; ensuite, elle doit être augmentée à raison de 1 kV/s jusqu'à $2(2U_N + 1)$ kV, puis être immédiatement réduite à zéro à raison d'au moins 1 kV/s, sans détérioration. Le niveau correspondant de tenue au choc de l'isolation principale et la protection de couronne sont alors réputés satisfaire au moins aux prescriptions du tableau 1, colonne 2.

NOTES

1 Le niveau de choc assigné dans le tableau 1, colonne 2, est inférieur à la valeur de crête $2\sqrt{2}(2U_N + 1)$ kV dérivée de cet essai, car le niveau de choc d'une machine est déterminé par la tension entre spires due à la répartition longitudinale de tension (voir paragraphes A.1.1 et A.1.2). Le but du niveau supérieur de l'essai en courant alternatif est de produire un gradient de tension à l'extrémité de l'encoche le plus proche en équivalence de celui obtenu par l'essai de choc.

2 Dans certains pays, il est d'usage courant d'appliquer une tension d'essai continue au lieu de la tension à fréquence industrielle spécifiée ci-dessus. Cela est admis par la présente norme s'il y a accord entre le constructeur et l'acheteur. Le niveau de tension continue doit être inclus dans un tel accord et il est recommandé que sa valeur soit au moins égale à 1,7 fois la tension de l'essai individuel, à fréquence industrielle, c'est-à-dire au moins $1,7(2U_N + 1)$ kV.

5.1.2.2 Essai de tension de choc

5.1.2.2.1 L'essai de choc de l'isolation principale doit être effectué en appliquant une tension entre les extrémités de bobine et la terre.

5.1.2.2.2 La tension d'essai de l'isolation principale doit être obtenue par un générateur de choc appliquant approximativement le choc de foudre normal spécifié dans la Publication 60-2 de la CEI. Le nombre de chocs doit être de cinq, sauf accord contraire entre le constructeur et l'acheteur.

5.1.2.2.3 Les valeurs de crête de la tension entre les extrémités de bobine et la terre doivent être égales à 100% des valeurs données dans le tableau 1, colonne 2, ou 100% des valeurs obtenues par application de la formule $U_p = 4U_N + 5$ (voir article 4).

5.2 Essais individuels

Les essais individuels doivent être effectués pour toutes les bobines après leur mise en encoche dans le stator, mais avant que les connexions aient été faites.

En raison des diverses technologies en jeu (par exemple isolation par préimprégné, isolation sous vide et pression), aucune prescription générale ne peut être spécifiée pour les valeurs d'essais.

NOTE – Le constructeur se doit d'utiliser des valeurs suffisantes pour permettre à l'isolation de satisfaire aux essais de type ci-dessus.

5.1.1.2 The interturn test voltage shall be generated by the damped oscillatory discharge of a capacitor. The number of capacitor discharges shall be five, unless agreed otherwise between the manufacturer and the purchaser. In order to obtain even distribution of the surge between coil turns, the front time of the first voltage peak should not be shorter than $0,5 \mu\text{s}$.

5.1.1.3 The voltage peaks between the terminals of the sample coil shall be 50% of the values given in Table 1, column 2 or 50% of the values obtained by application of the formula $U_p = 4 U_N + 5$ (see Clause 4). This is in accordance with the 50% presumption mentioned in Sub-clause A.3.2.3 of Appendix A. Where calculations or tests show that less than 40% or more than 60% of the input impulse voltage appears across the entrance coil, the test voltage should be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

5.1.2 Impulse withstand test of the main insulation

The impulse withstand level of the main insulation is tested by applying either a power-frequency voltage (see Sub-clause 5.1.2.1) or an impulse voltage (see Sub-clause 5.1.2.2).

5.1.2.1 Power-frequency voltage test

The r.m.s. voltage $(2U_N + 1)$ kV shall be applied for 1 min between coil terminals and earth, shall then be increased at the rate of 1 kV/s up to $2(2U_N + 1)$ kV and shall then immediately be reduced at a rate of at least 1 kV/s to zero, without failure. The corresponding impulse withstand level of the main insulation and the overhang corona protection are then considered to fulfill at least the requirements of Table 1, column 2.

NOTES

1 The rated impulse level in Table 1, column 2, is lower than the peak value $2\sqrt{2}(2U_N + 1)$ kV derived from this test because the impulse level of a machine is determined by the interturn voltage due to longitudinal voltage distribution (see Sub-clauses A.1.1 and A.1.2). The purpose of the higher a.c. test level is to produce a voltage gradient at the slot end more nearly equivalent to that obtained by the impulse test.

2 In some countries it is common practice to apply a d.c. test voltage instead of the power-frequency voltage specified above. This is permitted by this standard when agreed between the manufacturer and the purchaser. The d.c. voltage level shall be included in such an agreement and should be at least as high as 1.7 times the power-frequency routine test voltage, i.e. at least $1.7(2U_N + 1)$ kV.

5.1.2.2 Impulse voltage test

5.1.2.2.1 The impulse test of the main insulation shall be performed by applying a voltage between the coil terminals and earth.

5.1.2.2.2 The main insulation test voltage shall be generated by an impulse generator applying approximately the standard lightning impulse specified in IEC Publication 60-2. The number of impulses shall be five, unless agreed otherwise between the manufacturer and the purchaser.

5.1.2.2.3 The voltage peaks between the coil terminals and earth shall be 100% of the values given in Table 1, column 2 or 100% of the values obtained by application of the formula $U_p = 4 U_N + 5$ (see Clause 4).

5.2 Routine tests

Routine tests shall be carried out for all coils after insertion in the stator core, but before the connections have been made.

Due to the various technologies involved (e.g. resin rich insulation, vacuum pressure insulation), no general requirements can be specified for the test values.

NOTE – The manufacturer is responsible for using values sufficient to enable the insulation to pass the above type tests.

ANNEXE A

PRINCIPES LIÉS A LA SPÉCIFICATION DES NIVEAUX DE TENSION
DE TENUE AU CHOC ET PROCÉDURES D'ESSAI**A.1 Contrainte de la tension de choc sur un enroulement de machine**

A.1.1 Lorsqu'une surtension rapide se produit entre une borne de la machine et la terre, la phase correspondante ne peut pas «soudainement» (c'est-à-dire pendant la durée de l'augmentation du choc) adopter le même potentiel en tous ses points. En conséquence, deux types de tension s'instaurent dans l'enroulement: la tension entre le cuivre et la terre (tension transversale) et la tension le long du cuivre (tension longitudinale).

A.1.2 Pendant que la tension transversale exerce une contrainte sur l'isolation principale, la tension longitudinale exerce aussi une contrainte sur l'isolation entre spires. Les composantes de tension les plus élevées des deux types apparaissent normalement dans la première bobine ou bobine d'entrée de l'enroulement.

A.1.3 En pratique, les surtensions peuvent avoir des formes variées et sont même susceptibles d'atteindre des durées de front d'onde jusqu'à 0,2 μ s. Les commentaires suivants et les prescriptions de la présente norme se réfèrent uniquement au choc de foudre normal défini dans la Publication 60-2 de la CEI, puisque c'est la forme d'onde de la tension assignée de tenue au choc de foudre donnée dans la Publication 71-1 de la CEI. Cette onde a une durée de front de 1,2 μ s et une durée à mi-valeur de 50 μ s.

A.2 Niveau de tenue au choc d'un enroulement de machine

A.2.1 Il est recommandé qu'un enroulement de machine ait un certain niveau de tenue au choc par rapport au système de coordination de l'isolement.

A.2.2 Les niveaux de tenue au choc spécifiés dans la présente norme sont basés sur la formule $U_p = 4 U_N + 5$ (voir article 4).

A.3 Vérification du niveau de tension de tenue au choc

A.3.1 Il n'est pas recommandé d'effectuer un essai de choc sur une machine terminée, car, dans ce cas, toute détérioration entre spires est très difficile à détecter en l'état actuel des connaissances. Les niveaux de tension de tenue au choc ne peuvent en conséquence être vérifiés qu'indirectement par des essais de prélèvement de bobines individuelles.

A.3.2 Vérification indirecte par essai sur prélèvement des bobines

A.3.2.1 Le niveau de tension de tenue au choc d'un enroulement de machine terminé peut être vérifié indirectement par des essais sur une bobine échantillon, basés sur le principe que, lors de cet essai sur prélèvement, la bobine échantillon doit, autant que possible, subir des contraintes de la même manière que la ou les bobines du bobinage terminé qui subit les contraintes maximales entre spires et/ou terre, c'est-à-dire normalement la bobine d'entrée du bobinage.

APPENDIX A

PRINCIPLES INVOLVED IN THE SPECIFICATION OF IMPULSE VOLTAGE WITHSTAND LEVELS AND TEST PROCEDURES

A.1 Impulse voltage stress of a machine winding

A.1.1 When a steep voltage surge occurs between one machine terminal and earth, the corresponding phase cannot “suddenly” (i.e. during the impulse rise-time) adopt the same potential on all its points. Hence, two types of voltage arise in the winding: the voltage between the copper and earth (transverse voltage) and the voltage along the copper (longitudinal voltage).

A.1.2 Whilst the transverse voltage stresses the main wall insulation, the longitudinal voltage also stresses the interturn insulation. The highest voltage components of both kinds normally appear on the first or entrance coil of the winding.

A.1.3 In practice, voltage surges can be of various shapes and may even extend to wave-front times down to about 0,2 μ s. The following explanations and the requirements in this standard only refer to the standard lightning impulse defined in IEC Publication 60-2, since this is the wave shape of the rated lightning impulse withstand voltage given in IEC Publication 71-1. This wave has a front time of 1,2 μ s and a time to half-value of 50 μ s.

A.2 Impulse withstand level of a machine winding

A.2.1 A machine winding should have a certain impulse withstand level within the system of insulation co-ordination.

A.2.2 Impulse withstand levels specified in this standard are based on the formula $U_p = 4 U_N + 5$ (see Clause 4).

A.3 Proof of impulse voltage withstand levels

A.3.1 It is not recommended that an impulse test should be performed on a complete machine, because, in this case, any interturn failure is very difficult to detect with the present state of knowledge. The impulse voltage withstand levels can therefore only be proved indirectly by random sample tests on individual coils.

A.3.2 Indirect proof by random sample test on coils

A.3.2.1 The impulse voltage withstand level of a complete machine winding can be proved indirectly by tests on a sample coil, based on the principle that the sample coil during this random sample test should be stressed, as near as practicable, in the same manner as that coil (or those coils) within the complete winding with the maximum stresses between turns and/or to earth, i.e. normally the entrance coil of the winding.

A.3.2.2 La valeur de crête de la tension transversale (entre cuivre et terre) qui apparaît sur la bobine d'entrée (et par conséquent sur la bobine échantillon pour l'essai sur prélèvement) est égale à la valeur de crête de la tension de choc sur l'enroulement terminé. Cette valeur de crête peut être plus élevée que la valeur de crête de l'essai individuel de tension à fréquence industrielle $\sqrt{2}(2 U_N + 1)$ kV mais généralement pas plus élevée que la valeur dérivée de l'essai du paragraphe 5.1.2.1.

A.3.2.3 La valeur de crête de la tension longitudinale qui apparaît sur la bobine d'entrée varie fortement en raison, au moins, des facteurs suivants:

- temps de montée t_s du choc de tension;
- longueur du cuivre de la bobine d'entrée;
- nombre et disposition des spires.

La valeur réelle peut être recherchée en appliquant une «tension de choc» de simulation avec, par exemple, une crête de quelques centaines de volts sur la borne de la machine terminée.

De telles investigations ont été faites dans plusieurs pays et les résultats ont été publiés, mais, comme prévu, aucune loi simple n'a été trouvée pour calculer par avance cette valeur de crête à partir d'une configuration donnée de machine.

En conséquence, on estime que les trois facteurs mentionnés ci-dessus sont trop compliqués pour être utilisés comme base de spécifications pratiques. Pour une pratique plus aisée, dans la plupart des cas, on considère que 50% de la tension totale longitudinale sur l'enroulement terminé devrait être adopté pour le choc normal (voir paragraphe A.1.3) comme une directive approximative pour la tension longitudinale sur la bobine d'entrée. En conséquence, il est recommandé que la bobine échantillon d'essai soit essayée en appliquant entre ses bornes une tension haute fréquence égale à 50% de la tension spécifiée de tenue au choc de l'enroulement total.