

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

**Rotating electrical machines –
Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in
rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and
quality control tests**

**Machines électriques tournantes –
Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I)
utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des
convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

**Rotating electrical machines –
Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in
rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and
quality control tests**

**Machines électriques tournantes –
Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I)
utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des
convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-6886-5

**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.**

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee 2: Rotating machinery.

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

FDIS	Report on voting
2/1949/FDIS	2/1957/RVD

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

The contents of the corrigendum of December 2020 have been included in this copy.

3 Terms and definitions

Replace the existing term and definition 3.19 with the following:

3.19

impulse voltage insulation class IVIC

<for Type I insulation systems> peak to peak voltage classes A, B, C, D, S for reliable operation, assigned by the manufacturer in relation to the rated voltage for a specified converter-driven machine and indicated in its documentation and, if applicable, on its rating plate

Add the following new terms and definitions:

3.26

maximum allowable terminal voltage

U_{IVIC}

maximum allowable peak to peak phase to ground voltage in service, according to the IVIC specification

3.27

test voltage factor

TVF

maximum allowable peak to peak phase to ground voltage in service in units of U_N , divided by $2\sqrt{2}$

12 Routine tests

Replace the existing text of this clause with the following:

12.1 Optional PD test

It is good practice to perform a routine test on each winding. For this purpose, it is recommended that the PD tests described in 11.2 and 11.3 are performed in agreement between the manufacturer and customer on each machine produced. The passing of this PD routine test, that has been performed according to this document and to the IVIC specified, shall be entered into the documentation for the machine, if required, or stored in the relevant database of the manufacturer.

12.2 Routine withstand voltage test

A mandatory minimum withstand voltage test for all machines with or without IVIC is described in IEC 60034-1. This withstand voltage test may be required at an increased voltage level for converter-fed machines, according to the specified IVIC, as described in Annex D. The derivation of test voltage factors (TVF) for the routine withstand voltage test of Type I converter-fed rotating electrical machines and an example of routine withstand test voltages for a 500 V rated rotating machine fed from a converter are given in Annex D.

The passing of this test with the withstand voltage level according to this document and to the specified IVIC, shall be entered into the documentation for the machine, if required, or stored in the relevant database of the manufacturer.

During the routine testing of quantity produced machines up to 200 kW (or kVA) and rated for $U_N \leq 1$ kV, the 1 min test may be replaced by a test of 1 s (see IEC 60034-1) at 120 % of the test voltage specified in Table D.1, for example S – (manufacturer specified): $(TVF \cdot 2U_N + 1 \text{ kV}) \cdot 1,2$.

For very small sized machines or windings, produced in large quantity, for example with a rated power of < 1 kW, a test level of 120 % for the 1s-withstand-test may be excessive in case of IVIC C or D specified machines. In this case an IVIC-specified test level of 100 % can be used instead, but at least to the test level defined in IEC 60034-1.

Annex B

B.3 Enhancement factors for PD tests

At the end of Clause B.3, after Table B.2, add the following new text:

It is known and well documented in the relevant literature, that relative humidity (environmental on-site conditions) and density of air (altitude) may affect the PD inception voltage during testing and in service to a similar extent as the temperature. Results reported in literature suggest, that the relative and absolute humidity during test and in service will influence the actual PDIV/RPDIV in both directions. For this reason, a further enhancement factor could be applied to correct PDIV/RPDIV results.

The influence of the altitude on the RPDIV can become quite high, according to the strongly reduced air-pressure resulting in reduced PDIV/RPDIV. Depending on the design of the insulation system and the expected maximum altitude in service, this should be reflected by an additional enhancement factor.

B.6 Calculation of test voltages

Replace the first paragraph with the following:

As an example, the peak/peak PD-test voltages for phase/phase and phase/ground insulation in a 500 V rated rotating machine fed from a 2-level converter are calculated as in Clause B.5 but without the additional factor of 1,1 (arising from line voltage variations) and multiplied by the relevant total enhancement factor shown in Table B.2. This applies whether the test voltage is sinewave or impulse. It is generally expected that the total enhancement factor will be 1,25. The resulting test voltages for the example shown in Table B.4 are given in Table B.5.

Replace Table B.5 with the following:

Table B.5 – Examples of maximum peak/peak PD-test voltage for a 500 V rated winding fed, e.g. from a 2-level converter, according to the stress categories of Table 4 and with EF 1,25

Stress category or impulse voltage insulation class (IVIC)	Examples of maximum peak to peak PD-test voltage	
	Phase to phase V	Phase to ground V
A (Benign)	1 857	1 300
B (Moderate)	2 532	1 773
C (Severe)	3 375	2 364
D (Extreme)	4 219	2 955
S (manufacturer specified)	To be decided	To be decided

According to Clause C.2, an IVIC S may be assigned by the manufacturer which defines the maximum allowable peak to peak voltages and the resulting PD test voltages.

C.1 Impulse voltage insulation class (IVIC) of the machine

Replace the third paragraph with the following:

The maximum allowable voltages assigned to the impulse insulation classes in Table C.1 have been derived using Formulae (1) and (2) together with the arbitrarily chosen stress category overshoot factors in Table 4. They are given in units of U_N (i.e. the voltages in Table B.4 divided by 500) in order to have them independent from various rated machine voltages. While these voltage limit steps have been derived from operating voltages experienced in service, they pose arbitrary classes in nature. In many cases, intermediate steps for these voltage limits and independency of the limits for phase-phase and phase-ground voltages may be required (see Clause C.2).

Add the following new Annex D:

Annex D (informative)

Derivation of routine withstand test voltages and an example for a 500 V rated machine

Table D.1 shows the test voltage factors (TVF) for Type I converter-fed rotating machines, which have been qualified with an IVIC classification, and the resulting routine withstand test voltages for a 500 V rated machine as an example. The test voltage factor (TVF) shown in Table D.1 is defined as the maximum allowable operating peak to peak phase to ground voltage in units of U_N divided by $2\sqrt{2}$. Here, this divisor reflects, that U_N and accordingly related test voltages defined in IEC 60034-1 are given as r.m.s-value. The values are shown for each of the appropriate impulse voltage insulation classes. The routine withstand test voltage for a converter-fed machine is not permitted to be below the value for a line-fed machine having the same rated voltage.

**Table D.1 – Withstand test voltages according to IVIC
for Type I insulation systems**

IVIC	Maximum allowable peak to peak operating voltages in units of U_N^a		Maximum allowable enhancement ratio for the phase to ground peak to peak voltage	TVF	Examples of routine phase to ground test voltages for a machine with $U_N = 500$ V tested at 50/60 Hz according to IEC 60034-1 (kV r.m.s.)	
	Phase to phase	Phase to ground U_{IVIC} / U_N			Converter-fed (IVIC specified)	Line fed ^b
None (line)	2,8	1,6				2
A – Benign	3,0	2,1	1,3	0,7	2,0	2
B – Moderate	4,1	2,8	1,7	1,0	2,0	2
C – Severe	5,4	3,8	2,3	1,3	2,3	2
D – Extreme	6,7	4,7	2,9	1,7	2,7	2
S (manufacturer specified)	X	Y	$\frac{Y\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$	$\frac{Y}{2\sqrt{2}}$	$TVF \cdot 2U_N + 1$ kV	2

- ^a These voltages are calculated using the formulae described in Clause B.5. The factor of 1,1 for the variation of the line voltage is not included.
- ^b The voltage in this column is the test voltage specified in IEC 60034-1 for $U_N = 500$ V.

NOTE 1 Enhancement ratio is the maximum allowable phase to ground peak to peak voltage under converter-fed operation U_{IVIC} divided by the phase to ground peak to peak voltage under line operation $U_N / \sqrt{3} \cdot 2 / \sqrt{2}$.

NOTE 2 The values X and $Y = U_{IVIC} / U_N$ are independent and are chosen by the manufacturer.

NOTE 3 S is defined in Clause C.2.

NOTE 4 The test voltage is defined only by the maximum allowable peak to peak voltage at the motor terminals in operation. Other differences in the voltage waveform in operation are not taken into consideration.

NOTE 5 The equations in the line of IVIC “S” apply to the other IVICs A, B, C, D as well.

Bibliography

Add the following new reference:

- [7] IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-18-41:2014/AMD1:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60034-18-41:2014/AMD1:2019

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1949/FDIS	2/1957/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base 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. À cette date, la publication sera:

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

Le contenu du corrigendum de décembre 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

3 Termes et définitions

Remplacer le terme et la définition 3.19 par ce qui suit:

3.19

classe d'isolation de la tension de choc

IVIC

<pour les systèmes d'isolation de Type I> classes de tension crête à crête A, B, C, D, S en fonctionnement fiable, que le constructeur attribue en fonction de la tension assignée pour une machine donnée entraînée par convertisseur, indiquées dans leur documentation et, s'il y a lieu, sur leur plaque signalétique

Ajouter les nouveaux termes et définitions suivants:

3.26

tension aux bornes maximale admissible

U_{IVIC}

tension phase-terre crête à crête maximale admissible en service, conformément aux spécifications IVIC

3.27

facteur de tension d'essai

TVF

tension phase-terre crête à crête maximale admissible en service, en unités de U_N , divisée par $2\sqrt{2}$

12 Essais individuels de série

Remplacer le texte existant de cet article par le texte qui suit:

12.1 Essai de décharges partielles facultatif

Il est dans les règles de l'art de réaliser un essai individuel de série sur chaque enroulement. Il est recommandé à cet effet de réaliser les essais de décharges partielles décrits en 11.2 et 11.3 sur chaque machine construite après accord entre le constructeur et le client. La réussite de cet essai individuel de série de décharges partielles réalisé conformément au présent document et aux spécifications IVIC doit être inscrite dans la documentation de la machine, si cela est exigé, ou enregistrée dans la base de données correspondante du constructeur.

12.2 Essai de tension de tenue individuel de série

Un essai de tension de tenue minimale obligatoire pour toutes les machines avec ou sans IVIC est décrit dans l'IEC 60034-1. Cet essai de tension de tenue peut être exigé à un niveau de tension plus élevée pour les machines alimentées par convertisseur, conformément aux spécifications IVIC, telles que décrites à l'Annexe D. Le calcul des facteurs de tension d'essai (TVF) pour les essais de tension de tenue individuels de série des machines électriques tournantes alimentées par convertisseur de Type I ainsi qu'un exemple de tension d'essai de tenue individuel de série d'une machine tournante alimentée par convertisseur, de tension assignée de 500 V sont donnés à l'Annexe D.

La réussite de cet essai individuel de série de décharges partielles réalisé conformément au présent document et aux spécifications IVIC doit être inscrite dans la documentation de la machine, si cela est exigé, ou enregistrée dans la base de données correspondante du constructeur.

Lors des essais individuels de série des machines construites en série de puissance inférieure ou égale à 200 kW (ou kVA) et dont la tension assignée est de $U_N \leq 1$ kV, l'essai de 1 min peut être remplacé par un essai de 1 s (voir l'IEC 60034-1) à 120 % de la tension d'essai spécifiée dans le Tableau D.1, par exemple S – (spécifiée par le constructeur): $(TVF \cdot 2U_N + 1 \text{ kV}) \cdot 1,2$.

Pour les très petites machines ou les enroulements construits en grande quantité, par exemple avec une puissance assignée < 1 kW, un niveau d'essai de 120 % pour l'essai de tenue de 1 s peut être excessif en cas de machines IVIC C ou D. Dans ce cas, un niveau d'essai de 100 % pour les machines dont l'IVIC est spécifié peut être utilisé, en étant toutefois au moins égal à celui défini dans l'IEC 60034-1.

Annexe B

B.3 Facteurs d'augmentation pour les essais de DP

A la fin de l'Article B.3, après le Tableau B.2, ajouter le nouveau texte suivant:

Il est avéré et bien étayé dans la documentation correspondante, que l'humidité relative (conditions environnementales sur site) et la densité de l'air (altitude) peuvent affecter le seuil d'apparition des décharges partielles pendant les essais et en service de manière semblable à la température. Les résultats consignés dans la documentation suggèrent que les humidités relative et absolue pendant l'essai et en service influent sur les valeurs réelles des PDIV/RPDIV dans les deux directions. C'est pourquoi un facteur d'augmentation supplémentaire est susceptible d'être appliqué pour corriger les résultats de PDIV/RPDIV.

L'influence de l'altitude sur la valeur RPDIV peut atteindre un niveau significatif, selon la forte réduction de la pression de l'air résultant d'une valeur réduite de PDIV/RPDIV. D'après la

conception du système d'isolation et de l'altitude maximale prévue en service, il convient que cela se traduise par un facteur d'augmentation supplémentaire.

B.6 Calcul des tensions d'essai

Remplacer le premier alinéa par le texte suivant:

À titre d'exemple, les tensions d'essai de décharges partielles crête à crête pour une isolation entre phases et phase-terre dans une machine tournante assignée de 500 V et alimentée par un convertisseur à deux niveaux sont calculées selon l'Article B.5, mais sans le facteur supplémentaire de 1,1 (résultant des variations de la tension de ligne), et multipliées par le facteur d'augmentation total approprié mentionné dans le Tableau B.2. Ceci s'applique que la tension d'essai soit une onde sinusoïdale ou une impulsion. Il est généralement prévu que le facteur d'augmentation total soit égal à 1,25. Les tensions d'essai résultantes pour l'exemple présenté dans le Tableau B.4 sont données dans le Tableau B.5.

Remplacer le Tableau B.5 par ce qui suit:

Tableau B.5 – Exemples de tensions maximales d'essai de décharges partielles entre crêtes pour un enroulement assigné de 500 V alimenté, par exemple, par un convertisseur à deux niveaux, selon les catégories de contrainte du Tableau 4 et avec un facteur EF 1,25

Catégorie de contrainte ou classe d'isolation de la tension de choc (IVIC)	Exemples de tension maximale d'essai de décharges partielles entre crêtes	
	Entre phases V	Phase-terre V
A (Faible)	1 857	1 300
B (Modérée)	2 532	1 773
C (Sévère)	3 375	2 364
D (Extrême)	4 219	2 955
S (spécifiée par le constructeur)	À déterminer	À déterminer

Selon l'Article C.2, une IVIC S peut être assignée par le constructeur qui définit les tensions crête à crête maximales admissibles et les tensions d'essai de décharges partielles résultantes.

C.1 Classe d'isolation de la tension de choc (IVIC) de la machine

Remplacer le troisième alinéa par ce qui suit:

Les tensions maximales admissibles assignées aux classes d'isolation de la tension de choc qui figurent dans le Tableau C.1 ont été calculées en utilisant les Formules (1) et (2) ainsi que les facteurs de dépassement des catégories de contrainte choisis arbitrairement qui figurent dans le Tableau 4. Elles sont indiquées en unités de U_N (c'est-à-dire les tensions du Tableau B.4 divisées par 500) pour qu'elles soient indépendantes des différentes tensions assignées de la machine. Même si ces paliers de limites de tension ont été dérivés des tensions de fonctionnement en service, ils présentent des classes arbitraires par nature. Dans de nombreux cas, des paliers intermédiaires pour ces limites de tension, ainsi que des limites indépendantes aux tensions entre phases et phase-terre peuvent être exigés (voir Article C.2).