IEC 60773

Edition 2.0 2021-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Rotating electrical machines – Test methods and apparatus for the measurement of the operational characteristics of brushes

Machines électriques tournantes – Méthodes d'essai et appareils pour le mesurage des caractéristiques opérationnelles des balais

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.10

ISBN 978-2-8322-9656-1

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.

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

CONTENTS

FOREWORD 6
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms 8
3.1 Terms and definitions 9
3.2 Symbols 15
3.2.1 Symbols and units 15
3.2.2 Subscripts 16
3.3 Abbreviated terms 17
4 Test rig specification 18
4.1 Common specification 18
4.1.1 General 18
4.1.2 Rings 18
4.1.3 Brushes 19
4.1.4 Brush holders 19
4.1.5 Power supply 21
4.1.6 Instrumentation 21
4.2 Test rig specification for commutators 31
4.2.1 General 31
4.2.2 Test rings 31
4.2.3 Brushes arrangement 34
4.2.4 Special brush for voltage drop measurement 35
4.3 Test rig specification for slip rings 36
4.3.1 General 36
4.3.2 Ring 36
4.3.3 Brushes 38
4.3.4 Configuration for DC and AC operation 38
5 Test schedule and operating conditions 40
5.1 General 40
5.2 Environmental conditions 41
5.2.1 Laboratory environment 41
5.2.2 Ambient air temperature and ring surface temperature 41
5.2.3 Ambient humidity 41
5.3 Operating conditions 41
5.4 Test preparation and inspection 42
5.4.1 General 42
5.4.2 Test rig 42
5.4.3 Brush-holders 42
5.4.4 Test brushes 42
5.4.5 Ring roughness 42
5.4.6 Brush bedding 43
5.4.7 Brushes measurement 43
5.5 Test sequence 43
5.5.1 Test starting 43
5.5.2 Test duration 43
5.6 Measurements and observations 43
5.6.1 General 43

5.6.2 Interval between measurements 44
5.6.3 Before starting a test sequence 44
5.6.4 Measurements during a test sequence 45
5.6.5 Measurements after a test sequence 45
6 Determination of friction coefficient 45
6.1 General 45
6.2 Test conditions 46
6.3 Measurements 46
6.3.1 General 46
6.3.2 Test rig arrangement of Method a) 46
6.3.3 Test rig arrangement of Method b) 46
6.4 Calculation of friction coefficient 46
6.4.1 Test rig arrangement of Method a) 46
6.4.2 Test rig arrangement of Method b) 47
6.5 Report 47
7 Determination of voltage drop 48
7.1 General 48
7.2 Test conditions 49
7.3 Measurements 49
7.3.1 General 49
7.3.2 Brush total voltage drop U_B 49
7.3.3 Brush contact voltage drop U_C 49
7.4 Calculation 50
7.4.1 Brush total voltage drop U_B 50
7.4.2 Brush contact voltage drop U_C 50
7.5 Report 51
8 Determination of brush wear 52
8.1 General 52
8.2 Test conditions 52
8.3 Measurements 52
8.4 Calculation of brush wear 53
8.5 Report 54
9 Determination of commutation ability of brush grades by a specific black-band test on a DC machine 54
9.1 General 54
9.2 Set-up 55
9.3 Test procedure 58
9.3.1 Preparation of the test 58
9.3.2 Operating conditions and test sequence 58
9.4 Black-band graph 59
9.5 Interpretation 60
9.5.1 General 60
9.5.2 Influence of commutator skin thickness on the black-band zone 61
9.5.3 Influence of brush contact resistance 62
9.5.4 Estimation of mechanical contact stability deviation by comparing the black-band figures before and after longtime critical operation 64
Annex A (informative) Additional information for friction coefficient measurement 67
A.1 Details of calculation of friction coefficient by using method a) of 4.1.6.1.2 67

A.2 Adjustment of strain sensor for calculation of friction coefficient by using method b) of 4.1.6.1.3 68
A.2.1 General 68
A.2.2 Correlation between output voltage and load 68
A.2.3 Correlation between friction coefficient and load 68
Annex B (informative) Black-band zone deviation cases 71
B.1 Black-band zone in case of limited contact area 71
B.2 Influence of brush mechanical contact instability of brush chattering on the black-band zone 72
B.3 Black-band zone hysteresis between increased I_a and decreased I_a 73
Annex C (informative) Test report example 75
Bibliography 77

Figure 1 – Profile and determination of height of profile elements 9
Figure 2 – Forces acting on a brush 12
Figure 3 – Voltage drops in a brush when in operation 12
Figure 4 – Brush holder configuration 20
Figure 5 – Measurement of the mechanical torque by Method a) 22
Figure 6 – Brush test machine for Method b) 23
Figure 7 – Test rig arrangement with a load cell 24
Figure 8 – Brush contact probe application point for U_c 27
Figure 9 – Thermocouples insertion position 28
Figure 10 – Evaluation of contact temperature θ_c by interpolation 29
Figure 11 – Illustration of bar grooves dimensions and preparation 32
Figure 12 – Brush covering 34
Figure 13 – Brushes configuration 35
Figure 14 – Control brush arrangement 36
Figure 15 – Characteristics of grooves 37
Figure 16 – Test rig arrangement for DC operation with 2 brushes per polarity 39
Figure 17 – Test rig arrangement for AC operation with 2 brushes 40
Figure 18 – Example of friction coefficient μ graph as a function of peripheral speed v_p 48
Figure 19 – Example of brush total voltage drop U_B graph as a function of current density J_B 52
Figure 20 – Example of brush wear rate WR_i of brushes during the test for a test rig with 4 brushes 53
Figure 21 – Black-band test circuit configuration using DC generator and resistance load 56
Figure 22 – Black-band test circuit configuration for Brondell's loading-back method 57
Figure 23 – Determination of black-band zone for a specified constant speed of rotation 60
Figure 24 – Influence of commutator film thickness on the black-band zone 62
Figure 25 – Comparison of black-bands for a high contact resistance brush and a low contact resistance brush in case of a motor 63
Figure 26 – Comparison of black-bands for a high contact resistance brush and a low contact resistance brush in case of a generator 64

Figure 27 – Black-band figure deviation of before and after the critical operation of repetitive peak load application of 225 %, for a "strong" grade 65
Figure 28 – Black-band figure deviation of before and after the critical operation of repetitive peak load application of 225 %, for a "weak" grade 66
Figure A.1 – Correlation of load cell output voltage U_{lc} with mass m 68
Figure A.2 – Example of correlation between load and friction coefficient μ 69
Figure B.1 – Limited contact area and reduction of tangential dimension at contact 71
Figure B.2 – Black-band zone in case of a limited contact area 72
Figure B.3 – Influence of brush mechanical contact instability of brush chattering on the black-band zone 73
Figure B.4 – Black-band zone hysteresis between increasing I_{arm} and decreasing I_{arm} 74

Table 1 – Dimensions of test brushes 19
Table 2 – Test conditions 42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ROTATING ELECTRICAL MACHINES – TEST METHODS AND APPARATUS FOR THE MEASUREMENT OF THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF BRUSHES

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.

International standard IEC 60773 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1983. It constitutes a technical revision.

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

– The clause structure has been modified on the view point of a laboratory testing procedure. The new sequence is as follows: test rig specification (Clause 4), general testing procedure (Clause 5), and specific procedure for each operational characteristic (Clauses 6 to 8).
– A new Clause 9 has been added to introduce the black-band test for the characterisation of the brush grades for DC machines.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
2/2045/FDIS	2/2050/RVD

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

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

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

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

ROTATING ELECTRICAL MACHINES – TEST METHODS AND APPARATUS FOR THE MEASUREMENT OF THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF BRUSHES

1 Scope

This document applies to test methods for the measurement of the operational characteristics of brushes designed to operate on commutating and slip ring machines under specified test conditions.

By extension some tests may be relevant for other kinds of sliding electrical contacts for electrical appliances.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60034-19:2014, *Rotating electrical machines – Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies*

IEC 60136, *Dimensions of brushes and brush-holders for electrical machinery*

IEC 60276:2018, *Carbon brushes, brush holders, commutators and slip-rings – Definitions and nomenclature*

IEC 60356, *Dimensions for commutators and slip-rings*

IEC 60584-1:2013, *Thermocouples – Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60751:2008, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

IEC TR 61015, *Brush-holders for electrical machines. Guide to the measurement of the static thrust applied to brushes*

ISO 1190-1:1982, *Copper and copper alloys – code of designation – Part 1: Designation of materials*

ISO 3274:1996, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments*

ISO 15510:2014, *Stainless steels – Chemical composition*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 82
1 Domaine d’application 84
2 Références normatives 84
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés 84
3.1 Termes et définitions 85
3.2 Symboles 91
3.2.1 Symboles et unités 91
3.2.2 Indices 93
3.3 Termes abrégés 94
4 Spécification du banc d’essai 94
4.1 Spécification commune 94
4.1.1 Généralités 94
4.1.2 Bagues 94
4.1.3 Balais 95
4.1.4 Porte-balais 96
4.1.5 Alimentation électrique 97
4.1.6 Instrumentation 98
4.2 Spécification du banc d’essai pour les collecteurs 108
4.2.1 Généralités 108
4.2.2 Bagues d’essai 109
4.2.3 Disposition des balais 112
4.2.4 Balai spécial pour le mesurage de la chute de tension 113
4.3 Spécification du banc d’essai pour les bagues 114
4.3.1 Généralités 114
4.3.2 Bague 114
4.3.3 Balais 116
4.3.4 Configuration pour un fonctionnement en courant continu et en courant alternatif 116
5 Procédure d’essai et conditions de fonctionnement 118
5.1 Généralités 118
5.2 Conditions d’environnement 119
5.2.1 Environnement du laboratoire 119
5.2.2 Température de l’air ambiant et température de surface de la bague 119
5.2.3 Humidité ambiante 119
5.3 Conditions de fonctionnement 119
5.4 Préparation de l’essai et inspection 120
5.4.1 Généralités 120
5.4.2 Banc d'essai 120
5.4.3 Porte-balais 120
5.4.4 Balais d’essai 120
5.4.5 Rugosité de la bague 121
5.4.6 Rodage des balais 121
5.4.7 Mesurage des balais 121
5.5 Séquence d'essai 121
5.5.1 Début de l’essai 121
5.5.2 Durée de l'essai 121
5.6 Mesurages et observations 122

5.6.1 Généralités 122
5.6.2 Intervalle entre les mesurages 122
5.6.3 Avant de commencer une séquence d'essai 122
5.6.4 Mesurages pendant une séquence d'essai 123
5.6.5 Mesurages après une séquence d'essai 123
6 Détermination du coefficient de frottement 124
6.1 Généralités 124
6.2 Conditions d'essai 124
6.3 Mesurages 124
6.3.1 Généralités 124
6.3.2 Configuration du banc d'essai pour la Méthode a) 125
6.3.3 Configuration du banc d'essai pour la Méthode b) 125
6.4 Calcul du coefficient de frottement 125
6.4.1 Configuration du banc d'essai pour la Méthode a) 125
6.4.2 Configuration du banc d'essai pour la Méthode b) 125
6.5 Rapport 126
7 Détermination de la chute de tension 126
7.1 Généralités 126
7.2 Conditions d'essai 127
7.3 Mesurages 127
7.3.1 Généralités 127
7.3.2 Chute de tension totale du balai U_B 127
7.3.3 Chute de tension au contact du balai U_C 128
7.4 Calcul 128
7.4.1 Chute de tension totale du balai U_B 128
7.4.2 Chute de tension au contact du balai U_C 128
7.5 Rapport 130
8 Détermination de l'usure des balais 130
8.1 Généralités 130
8.2 Conditions d'essai 131
8.3 Mesurages 131
8.4 Calcul de l'usure des balais 131
8.5 Rapport 133
9 Détermination de la capacité de commutation des nuances de balai par un essai spécifique de bande noire sur une machine à courant continu 133
9.1 Généralités 133
9.2 Montage 133
9.3 Procédure d'essai 136
9.3.1 Préparation de l'essai 136
9.3.2 Conditions de fonctionnement et séquence d'essai 136
9.4 Représentation graphique de la bande noire 137
9.5 Interprétation 139
9.5.1 Généralités 139
9.5.2 Influence de l'épaisseur de la patine (épaisse/mince) du collecteur sur la zone de bande noire 139
9.5.3 Influence de la résistance de contact des balais 140

9.5.4 Estimation de l'écart de stabilité du contact mécanique par comparaison des représentations graphiques de la bande noire avant et après une longue période de fonctionnement critique 142
Annexe A (informative) Informations supplémentaires concernant le mesurage du coefficient de frottement 145
A.1 Détails du calcul du coefficient de frottement par la méthode a) de 4.1.6.1.2 145
A.2 Ajustement du capteur de force pour le calcul du coefficient de frottement par la méthode b) de 4.1.6.1.3 146
A.2.1 Généralités 146
A.2.2 Corrélation entre la tension de sortie et la charge: 146
A.2.3 Corrélation entre le coefficient de frottement et la charge: 146
Annexe B (informative) Cas de déviation de la zone de bande noire 149
B.1 Zone de bande noire en cas de surface de contact limitée 149
B.2 Influence de l'instabilité du contact mécanique des balais, due au broutage des balais sur la zone de bande noire 150
B.3 Hystérésis de la zone de bande noire entre I_a croissant et I_a décroissant 151
Annexe C (informative) Exemple de rapport d'essai 153
Bibliographie 155

Figure 1 – Profil et détermination de la hauteur des éléments du profil 85
Figure 2 – Forces agissant sur un balai 88
Figure 3 – Chutes de tension dans un balai en service 89
Figure 4 – Configuration de porte-balais 97
Figure 5 – Mesurage du couple mécanique par la méthode a) 99
Figure 6 – Machine pour essais de balais selon la méthode b) 100
Figure 7 – Configuration de banc d'essai avec un capteur dynamométrique 101
Figure 8 – Point d'application de l'électrode de contact du balai pour U_C 104
Figure 9 – Position d'insertion des thermocouples 105
Figure 10 – Évaluation de la température de contact θ_C par interpolation 106
Figure 11 – Représentation des dimensions et de la préparation des rainures de lames 110
Figure 12 – Recouvrement du balai 112
Figure 13 – Configuration des balais 113
Figure 14 – Disposition du balai de contrôle 114
Figure 15 – Caractéristiques des rainures 115
Figure 16 – Configuration du banc d'essai pour un fonctionnement en courant continu avec 2 balais par polarité 117
Figure 17 – Configuration du banc d'essai pour un fonctionnement en courant alternatif avec 2 balais 118
Figure 18 – Exemple de représentation graphique du coefficient de frottement μ en fonction de la vitesse périphérique v_p 126
Figure 19 – Exemple de représentation graphique de la chute de tension totale du balai U_B en fonction de la densité de courant J_B 130
Figure 20 – Exemple de taux d'usure WR_i des balais pendant l'essai pour un banc d'essai avec 4 balais 132
Figure 21 – Configuration du circuit d'essai de bande noire avec une génératrice à courant continu et une charge résistive 134

Figure 22 – Configuration du circuit d’essai de bande noire pour la méthode de charge en retour de Brondell 135
Figure 23 – Détermination de la zone de bande noire pour une vitesse de rotation constante spécifiée 138
Figure 24 – Influence de l’épaisseur de la patine du collecteur sur la zone de bande noire 140
Figure 25 – Comparaison des bandes noires pour un balai avec une résistance de contact élevée et un balai avec une faible résistance de contact dans le cas d'un moteur 141
Figure 26 – Comparaison des bandes noires pour un balai avec une résistance de contact élevée et un balai avec une faible résistance de contact dans le cas d'une génératrice 142
Figure 27 – Déviation de la représentation graphique de la bande noire avant et après un fonctionnement critique sous une charge maximale redondante de 225 %, pour une nuance "efficace" 143
Figure 28 – Déviation de la représentation graphique de la bande noire avant et après un fonctionnement critique sous une charge maximale redondante de 225 %, pour une nuance "faible" 144
Figure A.1 – Corrélation entre la tension de sortie du capteur dynamométrique U_{lc} et la masse m 146
Figure A.2 – Exemple de corrélation entre la charge et le coefficient de frottement μ 147
Figure B.1 – Surface de contact limitée et réduction de la dimension tangentielle au contact 149
Figure B.2 – Zone de bande noire en cas de surface de contact limitée 150
Figure B.3 – Influence de l’instabilité du contact mécanique des balais, due au broutage des balais sur la zone de bande noire 151
Figure B.4 – Hystérésis de la zone de bande noire entre I_{arm} croissant et I_{arm} décroissant 152

Tableau 1 – Dimensions des balais d'essai 96
Tableau 2 – Conditions d’essai 120

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES – MÉTHODES D'ESSAI ET APPAREILS POUR LE MESURAGE DES CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES DES BALAIS

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

La Norme internationale IEC 60773 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1983. Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

– La structure des articles a été modifiée du point de vue d'une procédure d'essai en laboratoire. La nouvelle séquence est la suivante: spécification du banc d'essai (Article 4), procédure générale d'essai (Article 5), et procédure spécifique relative à chaque caractéristique opérationnelle (Articles 6 à 8).
– Un nouvel Article 9 a été ajouté pour présenter l'essai de bande noire pour la caractérisation des nuances de balais pour machines à courant continu.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/2045/FDIS	2/2050/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES – MÉTHODES D'ESSAI ET APPAREILS POUR LE MESURAGE DES CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES DES BALAIS

1 Domaine d’application

Le présent document s'applique aux méthodes d'essai pour le mesurage des caractéristiques opérationnelles des balais conçus pour fonctionner sur des machines avec commutation et sur des machines à bagues, dans des conditions d'essai spécifiées.

Par extension, certains essais peuvent être pertinents pour d’autres types de contacts électriques glissants pour appareils électriques.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu’ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60034-19:2014, *Machines électriques tournantes – Partie 19: Méthodes spécifiques d'essai pour machines à courant continu à alimentation conventionnelle ou redressée*

IEC 60136, *Dimensions des balais et porte-balais pour machines électriques*

IEC 60276:2018, *Balais de charbon, porte-balais, collecteurs et bagues – Définitions et nomenclature*

IEC 60356, *Dimensions des collecteurs et des bagues*

IEC 60584-1:2013, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Spécifications et tolérances en matière de FEM*

IEC 60751:2008, *Thermomètres à résistance de platine industriels et capteurs thermométriques en platine*

IEC/TR 61015, *Porte-balais de machines électriques – Guide pour la mesure de la poussée statique appliquée aux balais*

ISO 1190-1:1982, *Cuivre et alliages de cuivre – Code de désignation – Partie 1: Désignation des matériaux*

ISO 3274:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Méthode du profil – Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)*

ISO 15510:2014, *Stainless steels – Chemical composition* (disponible en anglais seulement)