



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Dimensions, marking and testing of carbon brushes and dimensions of brush-holders for electrical machinery**

**Dimensions, marquages et essais des balais et dimensions des porte-balais pour machines électriques**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 29.160.10

ISBN 978-2-8322-8835-1

**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.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	10
2 Normative references .....	10
3 Terms, definitions and symbols.....	11
3.1 Terms and definitions.....	11
3.2 Symbols.....	19
4 Units and marking.....	21
4.1 Units .....	21
4.2 Marking.....	21
4.2.1 Units.....	21
4.2.2 Additional marks on the brush.....	21
4.2.3 Additional marks for brush-holders .....	22
5 Principal dimensions and tolerances of brushes.....	22
5.1 Sequence .....	22
5.2 Standard dimensions .....	24
5.3 Tolerances on principal dimensions .....	24
5.3.1 General tolerances .....	24
5.3.2 Split brushes .....	25
5.3.3 Metal-graphite brushes .....	26
5.4 Recommended combinations of principal dimensions.....	26
5.4.1 Combination for $t$ and $a$ .....	26
5.4.2 Square brush.....	29
6 Complementary dimensions of brushes .....	30
6.1 Chamfers .....	30
6.1.1 Angle.....	30
6.1.2 Dimension .....	30
6.1.3 Non-reversing chamfer .....	31
6.2 Angles for contact and top bevels .....	32
6.2.1 Angles for contact bevel .....	32
6.2.2 Angles for top bevel.....	33
6.2.3 Combination of angles .....	34
6.3 Pressure area .....	34
6.4 Depth of insertion $q_i$ of the flexible (shunt) in the brush.....	35
6.5 Residual material width adjacent to the flexible.....	36
6.6 Safe length of a worn brush $r_m$ .....	37
7 Terminations of brushes: flexibles and terminals.....	38
7.1 Flexibles .....	38
7.1.1 General .....	38
7.1.2 Nominal area and maximum diameter of flexibles .....	39
7.1.3 Length of flexible .....	40
7.1.4 Flexible protection .....	40
7.2 Terminals.....	40
7.2.1 General .....	40
7.2.2 Axial spade terminals .....	41
7.2.3 Flag terminals.....	42
7.2.4 Double shoe terminals .....	43

7.2.5	Tubular terminals.....	44
7.2.6	Soldered terminals.....	45
7.2.7	Current capacity of terminals .....	46
8	Test procedures for determining physical properties of brushes.....	47
8.1	General.....	47
8.2	Measurement of electrical resistance of brush/flexible connection.....	47
8.2.1	General .....	47
8.2.2	Test equipment.....	48
8.2.3	Test procedure .....	50
8.2.4	Test procedure for method b) (mathematical).....	55
8.2.5	Calculation and report .....	56
8.3	Measurement of the pull strength of tamped or moulded connections.....	56
8.3.1	General .....	56
8.3.2	Principle .....	56
8.3.3	Test equipment.....	56
8.3.4	Test procedure .....	59
8.3.5	Calculation and report .....	59
9	Brush-holder dimensions and configuration .....	59
9.1	General.....	59
9.2	Dimensions of the inside of the brush-box.....	59
9.2.1	Main dimensions.....	59
9.2.2	Tolerances and clearances on brush-box $t$ and $a$ .....	59
9.2.3	Dimensions and tolerances on brush-box chamfer .....	60
9.3	Check of brush-box dimensions .....	61
9.3.1	General .....	61
9.3.2	Gauging of dimensions $t$ and $a$ .....	61
9.3.3	Gauging of chamfers .....	61
9.4	Serrations on fixing face of the brush-holder.....	61
9.4.1	General .....	61
9.4.2	Profile and dimensions of serrations .....	61
9.4.3	Location of serrations .....	62
9.5	Brush-holder mounting position.....	62
Annex A (normative)	Equivalent dimensions in inches.....	63
Annex B (normative)	Values of the principal dimensions of metal-graphite brushes.....	66
Annex C (informative)	Considerations relative to brush stability .....	67
C.1	General.....	67
C.2	Radial brush without top bevel angle operating in bidirectional rotation.....	68
C.3	Radial brush with top bevel angle operating in the forward direction .....	70
C.4	Radial brush with top bevel angle operating in the reverse direction .....	71
C.5	Trailing type brushes .....	72
C.6	Reaction type brush with top bevel angle .....	74
Annex D (informative)	Flexibles configuration .....	77
Annex E (informative)	Flexible location .....	78
Annex F (informative)	Recommended values of thickness for spade, flag and double shoe terminals .....	79
Annex G (informative)	Technical questionnaire for the definition of a carbon brush.....	80
Bibliography	.....	82

Figure 1 – Examples of brush components.....	11
Figure 2 – Chamfer height .....	12
Figure 3 – Contact bevel angle $\alpha$ .....	12
Figure 4 – Top bevel angle $\beta$ .....	13
Figure 5 – Pressure area width for commutator and for slip-ring .....	13
Figure 6 – Depth of insertion.....	14
Figure 7 – Residual material width .....	14
Figure 8 – Safe length of a worn brush .....	15
Figure 9 – Flexible dimensions $l_S$ and $d_S$ for different examples of brushes .....	16
Figure 10 – Definition of distance $d_P$ for different types of brush connection .....	17
Figure 11 – Brush-holder box chamfer height.....	18
Figure 12 – Definition of serration location distance.....	19
Figure 13 – Safe remaining length mark for different brush designs .....	22
Figure 14 – Main dimensions for a wedge-edge brush.....	23
Figure 15 – Preferred orientation for anisotropic grades depending on the application .....	30
Figure 16 – Angle of chamfers .....	30
Figure 17 – Split brush.....	31
Figure 18 – Non-reversing chamfer height .....	31
Figure 19 – Sharp edge when a contact bevel angle $\alpha$ is applied .....	33
Figure 20 – Flat surface of edge when a top bevel angle $\beta$ is applied.....	33
Figure 21 – Flexible configuration illustration .....	38
Figure 22 – Definition of shape and dimensions of axial spades terminals .....	41
Figure 23 – Definition of shape and dimensions of flag terminals .....	42
Figure 24 – Definition of shape and dimensions of double shoe terminals .....	43
Figure 25 – Definition of shape and dimensions of tubular terminals .....	44
Figure 26 – Definition of shape (example) and dimensions of formed spade terminal .....	45
Figure 27 – Definition of shape (examples) and dimensions of two types of pin terminals.....	46
Figure 28 – Examples of testing device for the measurement of the connection electrical resistance .....	48
Figure 29 – Example of contact probe for flexible.....	49
Figure 30 – Example of contact probe for brush .....	49
Figure 31 – Measurement of connection resistance for a moulded or tamped connection .....	51
Figure 32 – Measurement of connection resistance for a riveted connection .....	52
Figure 33 – Alternative method for the measurement of connection resistance in case of 2 rivets.....	53
Figure 34 – Connection with a metal top soldered or riveted to the block .....	54
Figure 35 – Iterated determination of location P of Probe 2.....	55
Figure 36 – Test equipment for the measurement of the pull out force .....	57
Figure 37 – Example of support device for brushes with inclined connection hole .....	58
Figure 38 – Profile of serrations – cross-sectional view.....	62
Figure C.1 – Illustration of rotational moments for a radial brush.....	69

Figure C.2 – Illustration of forces applied on a radial brush with top bevel angle operating in the forward rotation .....	70
Figure C.3 – Illustration of forces applied on a radial brush with top bevel angle operating in the reverse direction .....	72
Figure C.4 – Illustration of forces applied on a trailing brush with a top bevel angle operating in the forward direction .....	73
Figure C.5 – Illustration of forces applied on a reaction brush .....	75
Figure E.1 – Flexible location .....	78
Figure G.1 – Main dimensions .....	80
Figure G.2 – Brush operation .....	81
Table 1 – Symbols for each unit system .....	21
Table 2 – Standard dimensions of brush block .....	24
Table 3 – Tolerances on $t$ , $a$ and $r$ .....	25
Table 4 – Recommended combination of $t$ , $a$ and $r$ .....	27
Table 5 – Dimension of chamfer height $c$ .....	31
Table 6 – Recommended values of non-reversing chamfer height .....	32
Table 7 – Preferred values for contact bevel angle $\alpha$ and top bevel angle $\beta$ .....	33
Table 8 – Typical combination values for contact bevel angle $\alpha$ and top bevel angle $\beta$ .....	34
Table 9 – Recommended minimum values of pressure area width $w_p$ .....	35
Table 10 – Maximum values of depth of insertion $q_i$ .....	35
Table 11 – Example of maximum values of $q_i$ for an EG grade .....	36
Table 12 – Minimum width of residual material .....	37
Table 13 – Recommended nominal area for flexibles and their corresponding maximum diameter .....	39
Table 14 – Standard lengths of flexibles $l_S$ and tolerances .....	40
Table 15 – Standard values of spades terminals dimensions .....	42
Table 16 – Standard values of flag terminals dimensions .....	43
Table 17 – Standard values of double shoe terminals dimensions .....	44
Table 18 – Standard values of tubular terminals dimensions .....	45
Table 19 – Standard values of formed spade terminals dimensions and tolerances .....	46
Table 20 – Minimum values of current capacity for terminals .....	47
Table 21 – Tolerances on brush box dimensions and clearances .....	60
Table 22 – Maximum value of the brush-box chamfer height $c_H$ .....	60
Table A.1 – Standard dimensions and tolerances on brush dimensions $t \times a \times r$ in inch system .....	63
Table A.2 – Nominal and maximum dimensions of chamfer height $c$ to be used in inch system .....	64
Table A.3 – Recommended minimum value of $w_p$ to be used in inch system .....	64
Table A.4 – Maximum values of depth of insertion $q_i$ .....	64
Table A.5 – Recommended nominal area for flexibles (shunts) and their corresponding maximum diameter .....	65
Table A.6 – Standard lengths of flexibles $l_S$ and tolerances .....	65
Table B.1 – $t \times a \times r$ tolerances and clearance for metal graphite grades .....	66

Table C.1 – Overview of the different mechanical configurations (bevel angles) in operation .....	67
Table D.1 – Configuration of flexibles .....	77
Table F.1 – Recommended thickness for spade, flag and double shoe terminals corresponding to screws diameter.....	79
Table G.1 – Elements to be included in a form.....	80

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

# **DIMENSIONS, MARKING AND TESTING OF CARBON BRUSHES AND DIMENSIONS OF BRUSH-HOLDERS FOR ELECTRICAL MACHINERY**

## 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.

IEC 60136 has been prepared by IEC technical committee TC 2: Rotating machinery. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1986 and Amendment 1:1995. This edition constitutes a technical revision.

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

Title: modified.

Clause or subclause	Previous clause	Change
1	I-1	Clarification and extension of the scope.
2	None	New clause introduced.
3	None	New clause introduced.
4	I-4 and II-7.5	Addition of units and extension of marking.
5.1	I-2	Addition of cylindrical and wedge-shape brushes.
5.2	I-3	Distinction of dimensions between $t$ , $a$ and $r$ .
6.1	II-7.1	Revision of the chamfer dimension table and addition of non-reversing chamfer.
6.2	II-7.2	Revision of angles dimensions and addition of typical combination of angles.
6.4	II-7.4	Clarification of the definition of the depth of insertion and modification of maximum values.
6.5	None	New subclause introducing the concept of residual material width.
7.1.2	II-8.7	Change of definition of flexibles area and diameter.
7.1.4	None	Addition of flexible protection.
7.2	II-8.1 to II-8.5	Clarification. Addition of other types of terminals.
8	Annex C	Clarification of the method of measurement of electrical resistance and addition of graphical method.
9.2 and 9.3	Clause A.3	Brush-holder: Separation of Dimensions and Control of brush box in two different subclauses.
Annex A	None	Compilation of tables with inches dimensions from the previous edition.
Annex B	None	Addition of recommended dimensions for metal-graphite grades.
Annex C	None	Explanation of stability of brushes (linked to 6.2).
Annex D	II-8.7	Addition of examples of configuration of flexibles.
Annex E	None	Addition of recommended standardization of flexibles' location
Annex F	Annex D and II-8.8	Link between the thickness of terminals and the screw diameter.
Annex G	Annex B	Simplification of the questionnaire, to include only elements defined in this document.

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

Draft	Report on voting
2/2180/FDIS	2/2189/RVD

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

This is a preview of IEC 60136 Ed. 3.0 b:2024. [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](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.

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

## **DIMENSIONS, MARKING AND TESTING OF CARBON BRUSHES AND DIMENSIONS OF BRUSH-HOLDERS FOR ELECTRICAL MACHINERY**

### **1 Scope**

This document applies primarily to brushes and brush-holders for cylindrical commutators and slip rings for electrical rotating machines. Some clauses of this document may cover other configurations, such as flat commutators or plain disks.

It defines the dimensions of brushes and their components, together with their tolerances:

- dimensions of brush block ( $t$ ,  $a$ ,  $r$ ),
- angles  $\alpha$  and  $\beta$ ,
- chamfer,
- flexibles (shunts),
- standard terminals.

It also covers the conventional designation of principal dimensions, the marking of brushes and the testing methods for the qualification of brushes after their manufacturing (except the brush grade material, covered by IEC 60413).

And finally, it specifies dimensions of the brush-holders that are linked to brushes.

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

IEC 60560, *Definitions and terminology of brush-holders for electrical machines*

ISO 129-1, *Technical product documentation (TPD) – Presentation of dimensions and tolerances – Part 1: General principles*

ISO 197-1:1983, *Copper and copper alloys – Terms and definitions – Part 1: Materials*

ISO 286-2:2010, *Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	89
1 Domaine d'application .....	92
2 Références normatives .....	92
3 Termes, définitions et symboles .....	93
3.1 Termes et définitions .....	93
3.2 Symboles .....	101
4 Unités et marquages .....	103
4.1 Unités .....	103
4.2 Marquages .....	103
4.2.1 Unités .....	103
4.2.2 Marques supplémentaires sur le balai .....	103
4.2.3 Marques supplémentaires sur les porte-balais .....	104
5 Dimensions principales et tolérances sur les balais .....	104
5.1 Séquence .....	104
5.2 Dimensions normalisées .....	106
5.3 Tolérances sur les dimensions principales .....	106
5.3.1 Tolérances générales .....	106
5.3.2 Balais jumelés .....	107
5.3.3 Balais métallographiques .....	108
5.4 Combinaisons recommandées pour les dimensions principales .....	108
5.4.1 Combinaisons pour $t$ et $a$ .....	108
5.4.2 Balai carré .....	111
6 Dimensions supplémentaires des balais .....	112
6.1 Chanfreins .....	112
6.1.1 Angle .....	112
6.1.2 Dimension .....	112
6.1.3 Chanfrein d'irréversibilité .....	113
6.2 Angles du biseau de contact et angles du biseau supérieur .....	114
6.2.1 Angles du biseau de contact .....	114
6.2.2 Angles du biseau supérieur .....	115
6.2.3 Combinaison d'angles .....	116
6.3 Surface d'application de la pression .....	117
6.4 Profondeur d'insertion $q_i$ du câble (shunt) dans le balai .....	117
6.5 Largeur du matériau résiduel adjacent au câble .....	119
6.6 Limite d'utilisation d'un balai usé $r_m$ .....	120
7 Connexions des balais: câbles et cosses .....	121
7.1 Câbles .....	121
7.1.1 Généralités .....	121
7.1.2 Surface nominale et diamètre maximal des câbles .....	121
7.1.3 Longueur du câble .....	122
7.1.4 Protection du câble .....	123
7.2 Cosses .....	123
7.2.1 Généralités .....	123
7.2.2 Cosses axiales .....	124
7.2.3 Cosses drapeaux .....	125
7.2.4 Cosse à double bourrelet .....	126

7.2.5	Cosses tubulaires .....	127
7.2.6	Cosses soudées .....	128
7.2.7	Intensité admissible des cosses.....	129
8	Procédures d'essai pour déterminer les propriétés physiques des balais .....	130
8.1	Généralités .....	130
8.2	Mesurage de la résistance électrique de la connexion câble/balai .....	130
8.2.1	Généralités .....	130
8.2.2	Équipement d'essai .....	131
8.2.3	Procédure d'essai .....	133
8.2.4	Procédure d'essai pour la méthode b) (mathématique) .....	138
8.2.5	Calcul et rapport .....	139
8.3	Mesurage de la résistance à l'arrachement des connexions scellées ou moulées .....	139
8.3.1	Généralités .....	139
8.3.2	Principe .....	139
8.3.3	Équipement d'essai .....	139
8.3.4	Procédure d'essai .....	142
8.3.5	Calcul et rapport .....	142
9	Dimensions et configuration des porte-balais .....	142
9.1	Généralités .....	142
9.2	Dimensions intérieures de la cage du porte-balais .....	142
9.2.1	Dimensions principales .....	142
9.2.2	Tolérances et jeux sur les dimensions $t$ et $a$ de la cage du porte-balais .....	143
9.2.3	Dimensions et tolérances sur le chanfrein de la cage du porte-balais .....	143
9.3	Vérification des dimensions des cages de porte-balais.....	144
9.3.1	Généralités .....	144
9.3.2	Vérification des dimensions $t$ et $a$ .....	144
9.3.3	Vérification des chanfreins.....	144
9.4	Face de fixation crantée du porte-balais .....	145
9.4.1	Généralités .....	145
9.4.2	Profil et dimensions des crans .....	145
9.4.3	Position des crans .....	145
9.5	Position de montage du porte-balais .....	146
Annexe A (normative)	Dimensions équivalentes en pouces.....	147
Annexe B (normative)	Valeurs des dimensions principales des balais métallographitiques.....	150
Annexe C (informative)	Considérations relatives à la stabilité du balai.....	151
C.1	Généralités .....	151
C.2	Balai radial sans angle du biseau supérieur qui fonctionne en mode bidirectionnel .....	152
C.3	Balai radial avec angle du biseau supérieur qui fonctionne dans le sens de rotation à droite .....	154
C.4	Balai radial avec angle du biseau supérieur qui fonctionne dans le sens de rotation inverse .....	156
C.5	Balais traînants.....	157
C.6	Balai à réaction avec angle du biseau supérieur .....	159
Annexe D (informative)	Configuration des câbles .....	162
Annexe E (informative)	Position des câbles .....	163

Annexe F (informative) Valeurs recommandées pour l'épaisseur des cosses axiales, des cosses drapeaux et des cosses à double bourrelet.....	164
Annexe G (informative) Questionnaire technique pour la définition d'un balai.....	165
Bibliographie.....	167
Figure 1 – Exemples de composants de balais.....	93
Figure 2 – Hauteur du chanfrein.....	94
Figure 3 – Angle du biseau de contact $\alpha$ .....	94
Figure 4 – Angle du biseau supérieur $\beta$ .....	95
Figure 5 – Largeur de la surface d'application de la pression pour le collecteur et la bague.....	95
Figure 6 – Profondeur d'insertion.....	96
Figure 7 – Largeur du matériau résiduel.....	96
Figure 8 – Limite d'utilisation d'un balai usé.....	97
Figure 9 – Dimensions du câble $l_S$ et $d_S$ pour différents exemples de balais.....	98
Figure 10 – Définition de la distance $d_P$ pour différents types de connexions de balai.....	99
Figure 11 – Hauteur du chanfrein de la cage du porte-balais.....	100
Figure 12 – Définition de la distance de positionnement des crans.....	101
Figure 13 – Longueur restante avant d'atteindre la limite d'utilisation pour différentes conceptions de balais.....	104
Figure 14 – Dimensions principales d'un balai trapèze.....	105
Figure 15 – Orientation préférentielle des nuances anisotropes en fonction de l'application.....	112
Figure 16 – Angle des chanfreins.....	112
Figure 17 – Balai jumelé.....	113
Figure 18 – Hauteur du chanfrein d'irréversibilité.....	114
Figure 19 – Arête vive lorsqu'un angle du biseau de contact $\alpha$ est appliqué.....	115
Figure 20 – Surface plane d'une arête lorsqu'un angle du biseau de contact $\beta$ est appliqué.....	116
Figure 21 – Représentation de la configuration des câbles.....	121
Figure 22 – Définition de la forme et des dimensions des cosses axiales.....	124
Figure 23 – Définition de la forme et des dimensions des cosses drapeaux.....	125
Figure 24 – Définition de la forme et des dimensions des cosses à double bourrelet.....	126
Figure 25 – Définition de la forme et des dimensions des cosses tubulaires.....	127
Figure 26 – Définition de la forme (exemple) et des dimensions des cosses fourches.....	128
Figure 27 – Définition de la forme (exemples) et des dimensions des deux types de cosses pastilles.....	129
Figure 28 – Exemples de dispositifs d'essai pour mesurer la résistance électrique de la connexion.....	131
Figure 29 – Exemple d'électrode de contact pour câble.....	132
Figure 30 – Exemple d'électrode de contact pour balai.....	132
Figure 31 – Mesurage de la résistance de connexion pour une connexion moulée ou scellée.....	134
Figure 32 – Mesurage de la résistance de connexion pour une connexion rivetée.....	135

Figure 33 – Autre méthode possible pour mesurer la résistance de connexion lorsque 2 rivets sont présents.....	136
Figure 34 – Connexion avec une plaquette métallique soudée ou rivetée au bloc .....	137
Figure 35 – Détermination itérée de la position P de l'Électrode 2.....	138
Figure 36 – Équipement d'essai pour mesurer la force d'arrachement.....	140
Figure 37 – Exemple de dispositif de support pour les balais avec un trou de connexion incliné .....	141
Figure 38 – Profil des crans – vue en coupe .....	145
Figure C.1 – Représentation des moments de rotation pour un balai radial .....	154
Figure C.2 – Représentation des forces appliquées sur un balai radial avec angle du biseau supérieur qui fonctionne dans le sens de rotation à droite .....	155
Figure C.3 – Représentation des forces appliquées sur un balai radial avec angle du biseau supérieur qui fonctionne dans le sens de rotation inverse .....	157
Figure C.4 – Représentation des forces appliquées sur un balai traînant avec angle du biseau supérieur qui fonctionne dans le sens de rotation à droite .....	158
Figure C.5 – Représentation des forces appliquées sur un balai à réaction.....	160
Figure E.1 – Position des câbles.....	163
Figure G.1 – Dimensions principales.....	165
Figure G.2 – Fonctionnement du balai .....	166
Tableau 1 – Symboles pour chaque système d'unités .....	103
Tableau 2 – Dimensions normalisées d'un bloc de balai.....	106
Tableau 3 – Tolérances sur $t$ , $a$ et $r$ .....	107
Tableau 4 – Combinaisons recommandées pour $t$ , $a$ et $r$ .....	109
Tableau 5 – Dimension de la hauteur du chanfrein $c$ .....	113
Tableau 6 – Valeurs recommandées pour la hauteur du chanfrein d'irréversibilité.....	114
Tableau 7 – Valeurs préférentielles pour l'angle du biseau de contact $\alpha$ et l'angle du biseau supérieur $\beta$ .....	115
Tableau 8 – Valeurs de combinaison types pour l'angle du biseau de contact $\alpha$ et l'angle du biseau supérieur $\beta$ .....	116
Tableau 9 – Valeurs minimales recommandées pour la largeur de la surface d'application de la pression $w_p$ .....	117
Tableau 10 – Valeurs maximales de la profondeur d'insertion $q_i$ .....	118
Tableau 11 – Exemples de valeurs maximales de $q_i$ pour une nuance EG.....	119
Tableau 12 – Largeur minimale du matériau résiduel .....	120
Tableau 13 – Surface nominale recommandée pour les câbles et diamètre maximal correspondant.....	122
Tableau 14 – Longueurs normalisées des câbles $l_S$ et tolérances.....	123
Tableau 15 – Valeurs normalisées des dimensions des cosses axiales.....	125
Tableau 16 – Valeurs normalisées des dimensions des cosses drapeaux .....	126
Tableau 17 – Valeurs normalisées des dimensions des cosses à double bourrelet .....	127
Tableau 18 – Valeurs normalisées des dimensions des cosses tubulaires .....	128
Tableau 19 – Valeurs normalisées des dimensions des cosses fourches et tolérances .....	129
Tableau 20 – Valeurs minimales de l'intensité admissible pour les cosses .....	130
Tableau 21 – Tolérances sur les dimensions de la cage du porte-balais et jeux .....	143

Tableau 22 – Valeur maximale de la hauteur du chanfrein du porte-balais $c_H$ .....	144
Tableau A.1 – Dimensions normalisées et tolérances sur les dimensions $t \times a \times r$ des balais en système impérial (pouces) .....	147
Tableau A.2 – Dimensions nominales et maximales de la hauteur du chanfrein $c$ à utiliser dans le système impérial (pouces).....	148
Tableau A.3 – Valeur minimale recommandée de $w_p$ à utiliser dans le système impérial (pouces) .....	148
Tableau A.4 – Valeurs maximales de la profondeur d'insertion $q_i$ .....	148
Tableau A.5 – Surface nominale recommandée pour les câbles (shunts) et diamètre maximal correspondant.....	149
Tableau A.6 – Longueurs normalisées des câbles $l_S$ et tolérances .....	149
Tableau B.1 – Tolérances sur $t \times a \times r$ et jeu sur les nuances métallographiques.....	150
Tableau C.1 – Vue d'ensemble des différentes configurations mécaniques (angles du biseau) en fonctionnement.....	151
Tableau D.1 – Configuration des câbles.....	162
Tableau F.1 – Épaisseur recommandée pour les cosses axiales, les cosses drapeaux et les cosses à double bourrelet en fonction du diamètre des vis .....	164
Tableau G.1 – Éléments à inclure dans un formulaire .....	165

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **DIMENSIONS, MARQUAGES ET ESSAIS DES BALAIS ET DIMENSIONS DES PORTE-BALAIS POUR MACHINES ÉLECTRIQUES**

#### 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 du présent document 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.

L'IEC 60136 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1986 et l'Amendement 1:1995. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut la modification technique majeure suivante par rapport à l'édition précédente:

Modification du titre.

Article ou paragraphe	Article précédent	Modification
1	I-1	Clarification et extension du domaine d'application.
2	Aucun	Ajout d'un nouvel article.
3	Aucun	Ajout d'un nouvel article.
4	I-4 et II-7.5	Ajout d'unités et extension du marquage.
5.1	I-2	Ajout des balais cylindriques et trapèzes.
5.2	I-3	Distinction des dimensions entre $t$ , $a$ et $r$ .
6.1	II-7.1	Révision du tableau des dimensions du chanfrein et ajout du chanfrein d'irréversibilité.
6.2	II-7.2	Révision des dimensions d'angles et ajout des combinaisons d'angles types.
6.4	II-7.4	Clarification de la définition de la profondeur d'insertion et modification des valeurs maximales.
6.5	Aucun	Ajout d'un nouveau paragraphe qui introduit le concept de largeur du matériau résiduel.
7.1.2	II-8.7	Modification de la définition de la surface et du diamètre des câbles.
7.1.4	Aucun	Ajout de la protection des câbles.
7.2	II-8.1 à II-8.5	Clarification. Ajout d'autres types de cosses.
8	Annexe C	Clarification de la méthode de mesure de la résistance électrique et ajout d'une méthode graphique.
9.2 et 9.3	Article A.3	Porte-balais: séparation des dimensions et de la vérification de la cage du porte-balais dans deux paragraphes distincts.
Annexe A	Aucun	Compilation des tableaux avec les dimensions en pouces de l'édition précédente.
Annexe B	Aucun	Ajout de dimensions recommandées pour les nuances métallographiques.
Annexe C	Aucun	Explication de la stabilité des balais (en lien avec le 6.2).
Annexe D	II-8.7	Ajout d'exemples de configurations de câbles.
Annexe E	Aucun	Ajout d'une recommandation de normalisation pour la position des câbles.
Annexe F	Annexe D et II-8.8	Lien entre l'épaisseur des cosses et le diamètre de la vis.
Annexe G	Annexe B	Simplification du questionnaire afin d'inclure uniquement les éléments définis dans le présent document.

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

Projet	Rapport de vote
2/2180/FDIS	2/2189/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2. Il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

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 [webstore.iec.ch](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.

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

## DIMENSIONS, MARQUAGES ET ESSAIS DES BALAIS ET DIMENSIONS DES PORTE-BALAIS POUR MACHINES ÉLECTRIQUES

### 1 Domaine d'application

Le présent document s'applique principalement aux balais et aux porte-balais montés sur collecteurs cylindriques et bagues des machines électriques tournantes. Certains articles du présent document peuvent couvrir d'autres configurations, comme les collecteurs plats ou les disques lisses.

Il définit les dimensions des balais et de leurs composants, ainsi que leurs tolérances:

- dimensions du bloc de balai ( $t$ ,  $a$ ,  $r$ );
- angles  $\alpha$  et  $\beta$ ;
- chanfrein;
- câbles (shunts);
- cosses normalisées.

Il couvre également la désignation conventionnelle des dimensions principales, le marquage des balais et les méthodes d'essai pour la qualification des balais après leur fabrication (à l'exception du matériau de la nuance des balais, couvert par l'IEC 60413).

Enfin, il spécifie les dimensions des porte-balais utilisés avec les balais.

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

IEC 60560, *Définitions et terminologie des porte-balais de machines électriques*

ISO 129-1, *Documentation technique de produits – Représentation des dimensions et tolérances – Partie 1: Principes généraux*

ISO 197-1:1983, *Cuivre et alliages de cuivre – Termes et définitions – Partie 1: Matériaux*

ISO 286-2:2010, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 2: Tableaux des classes de tolérance normalisées et des écarts limites des alésages et des arbres*