

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Letter symbols to be used in electrical technology –
Part 7: Power generation, transmission, and distribution**

**Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique –
Partie 7: Production, transport et distribution de l'énergie électrique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60027-7

Edition 1.0 2010-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Letter symbols to be used in electrical technology –
Part 7: Power generation, transmission, and distribution**

**Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique –
Partie 7: Production, transport et distribution de l'énergie électrique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 01.060

ISBN 978-2-88910-921-0

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Letter symbols for AC, three-phase AC, and other network quantities.....	7
4 Letter symbols for space and time	17
5 Letter symbols for numerical values and ratios of quantities	20
6 Subscripts and superscripts.....	24
6.1 Subscripts for natural quantities and components in three-phase AC systems	24
6.2 Subscripts for operating conditions.....	25
6.3 Subscripts for electrical equipment.....	25
6.4 Subscripts for locations, reference points, and fault locations.....	27
6.5 Superscripts	28
6.6 Multiple subscripts and their succession.....	28
Bibliography.....	29

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LETTER SYMBOLS TO BE USED IN ELECTRICAL TECHNOLOGY –

Part 7: Power generation, transmission, and distribution

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 60027-7 has been prepared by IEC technical committee 25: Quantities and units.

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

CDV	Report on voting
25/391/CDV	25/406/RVC

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

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

A list of all parts of the IEC 60027 series, under the general title *Letter symbols to be used in electrical technology* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site 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.

LETTER SYMBOLS TO BE USED IN ELECTRICAL TECHNOLOGY –

Part 7: Power generation, transmission, and distribution

1 Scope

This part of IEC 60027 is applicable to generation, transmission, and distribution of electric energy. It gives names and letter symbols for quantities and units. In addition, rules for multiple subscripts and their succession are given.

This part of IEC 60027 is an addition to IEC 60027-1. Therefore letter symbols already given in IEC 60027-1 are repeated only if they have a special meaning in the field of power generation, transmission, and distribution or if they are used in this field with special subscripts.

Guidance on the use of capital and lower case letters, is given in IEC 60027-1, 2.1, and guidance on the representation of complex quantities, is given in IEC 60027-1, 1.6. Therefore in many cases only U is given instead of $\underline{U}$, $|\underline{U}| = U$ or u .

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60027-1:1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*
Amendment 1:1997
Amendment 2:2005

IEC 60027-2:2005, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 2: Telecommunications and electronics*

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60050-121:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism*
Amendment 1 (2002)

IEC 60050-131:2002, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*
Amendment 1 (2008)

IEC 60050-141:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 141: Polyphase systems and circuits*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 411: Rotating machines*

Amendment 1 (2007)

IEC 60050-421:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 421: Power transformers and reactors*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

Amendment 1 (2000)

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-448:1995, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 448: Power system protection*

IEC 60050-466:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 466: Overhead lines*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

Amendment 1 (1998)

IEC 60050-603:1986, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 603: Generation, transmission and distribution of electricity – Power system planning and management*

Amendment 1 (1998)

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

Amendment 1 (1998)

IEC 60050-811:1991, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC/TR 60909-1:2002, *Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0*

IEC/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations*

IEC 60909-3:2003, *Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth*

IEC 62428:2008, *Electric power engineering – Modal components in three-phase a.c. systems – Quantities and transformations*

IEC 80000-6:2008, *Quantities and units – Part 6: Electromagnetism*

3 Letter symbols for AC, three-phase AC, and other network quantities

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Name	Symbol
101		line-to-earth capacitance of a line	C_{Li}	C_{LiE}	$i = 1, 2, 3$ in three-phase AC networks		farad	F
102		line-to-line capacitance of a line	C_{LiLk}	C_{LiLk}	$i, k = 1, 2, 3$ with $i \neq k$ in three-phase AC networks		farad	F
103	131-14-29 60027-2	hybrid matrix	H		Names and symbols for the elements are given in IEC 60027-2.		one, ohm, siemens	$1, \Omega, S$
104		electric current	I		The general symbol I is used in case of three-phase AC networks if the three currents are equal or nearly equal.		ampere	A
105	441-17-06 441-17-07 60909-0	prospective breaking current, breaking current	I_b	I_a	Current of the first opening pole of a switching device (circuit breaker) or a fuse.		ampere	A
106		capacitive charging current	I_C		$I_C = \omega C \frac{U_n}{\sqrt{3}}$ where ω is the angular frequency, C is the positive-sequence capacity, and U_n is the nominal voltage of the three-phase AC line.		ampere	A
107		capacitive earth-fault current	I_{Ce}		I_{Ce} is the capacitive single line-to-earth fault current in a network with isolated neutral (IEV 601-02-24).		ampere	A
108	131-11-22	direct current	I_d	I_{DC}	average value, for instance in the case of a direct current link For the qualifier DC, see IEC 60050-151, 151-15-02		ampere	A
109	442-01-23	earth fault current	I_e		See items 107 and 121.		ampere	A
110		field (excitation) current	I_F	I_f	Current in the field winding of a machine.		ampere	A

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
111		no-load field (excitation) current	I_{0F}	I_{f0}		ampere	A	
112	60909-0	steady-state short-circuit current at a short-circuit location	I_k	I_{k3}	The steady state short-circuit current in the r.m.s. value of a three-phase short-circuit current at a short-circuit location in a network, which remains after the decay of all transient phenomena. Short-circuit currents with subscript k in solidly earthed or impedance earthed networks (IEV 601-02-25, IEC 601-02-26).	ampere	A	
113	60909-1	transient short-circuit current at a short-circuit location	I'_k	I'_{k3}	The transient short circuit current is the r.m.s. value of a three-phase short-circuit current at a short-circuit location after the decay of the subtransient short-circuit current.	ampere	A	
114	60909-0	subtransient short-circuit current at a short-circuit location	I''_k	I''_{k3}	The initial symmetrical short-circuit current at a short-circuit location is the r.m.s. value of the AC component of a prospective three-phase short-circuit current.	ampere	A	
115	121-11-13 MOD	line conductor current	I_{Li}		$i = 1, 2, 3$ in three-phase AC networks.	ampere	A	
116	411-48-16 60909-0	locked rotor current	I_{LR}	I_{an}	I_{LR} is the highest r.m.s. current of an asynchronous motor with locked rotor at the most unfavourable position fed with rated voltage and frequency of the rotor.	ampere	A	
117		magnetizing current	I_m	I_μ	I_m is the magnetizing current of a machine, a reactor, a transformer, etc. IEC 60027-1, Table 6, Subscript m, mag.	ampere	A	
118	60909-0	peak short-circuit current at a short-circuit location	i_p	i_{p3}	The peak short circuit current is the maximum possible instantaneous value of the prospective three-phase short-circuit current.	ampere	A	
119		thermal continuous permissible current	I_{per}	I_d		ampere	A	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
120	411-48-23 MOD	peak short-circuit current of a generator	i_{pG}		Peak value reached by the current in the armature winding within a half cycle after the winding has been suddenly short circuited, when the conditions are such that the initial value of any aperiodic component of current is a maximum.	ampere	A	
121	421-04-05	rated current	I_r		Rated current, given from the manufacturer of electrical equipment, for a generator, motor, transformer, reactor, etc. If necessary with an additional subscript from 6.3.	ampere	A	
122		rated current of a current transformer	I_{rCT}			ampere	A	
123	411-54-07	rated field (excitation) current	I_{rF}	I_{fr}		ampere	A	
124	60909-0	rated current of a generator	I_{rG}			ampere	A	
125		earth-fault residual current	I_{rsd}	I_{Rest}	Current at the fault location of a resonant earthed network (see IEC 601-02-27)	ampere	A	
126	60909-0	rated current at the high-voltage side of a transformer	I_{rTHV}		Use I_{rTMV} and I_{rTLV} , respectively, at the medium-voltage and the low-voltage side.	ampere	A	
127	448-11-30	inrush current	I_{rush}		Inrush current of a transformer.	ampere	A	
128		rated current of a winding	I_{rW}, I_{rTW}		Transformer winding at the high-voltage side (W) or the low-voltage side (w). In the case of three-winding transformers, see item 253.	ampere	A	

Item number	Quantities				Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Remarks
129	60909-0	thermal equivalent short-circuit current	I_{th}		r.m.s. value of a current having the same thermal effect and the same duration as the actual short-circuit current, which may contain a DC component and may subside in time, $I_{th} = I_k'' \sqrt{m+n}$, where I_k'' is the subtransient short-circuit current (item 113), m is the factor for the heat (thermal) effect of the DC component in a short-circuit current (item 229), and n the factor for the (thermal) effect of the AC component in a short-circuit current (item 232).	ampere A	
130		currents at the terminals of three-phase AC transformers with two windings	I_U, I_V, I_W I_U, I_V, I_W		Subscripts for the high-voltage side: U, V, W Subscripts for the low-voltage side: u, v, w	ampere A	
131		currents at the terminals of the tertiary winding of a three-phase AC transformer	I_x, I_y, I_z		The subscripts x, y, z should be used in case of transformer windings in delta connection.	ampere A	
132		winding current	I_{W1}, I_{W2}		$i = 1, 2, 3$ in three-phase AC networks For instance index W for the high-voltage side and index w for the low-voltage side (see item 252).	ampere A	
133		harmonic current component	I_v		$v = (2), 3, (4), 5, \dots \neq 1; f_v = v f$	ampere A	
134	131-11-42	active power	P		In a three-phase AC network with symmetric sinusoidal voltages and currents: $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	watt W	In practice mostly in kW or MW is used.
135		DC power	P_d	P_{DC}	$P_d = U_d I_d$, where U_d is the line-to-line voltage of a SC-line (item 149) and I_d the DC-current at the same location (item 108).	watt W	
136	121-12-11	dielectric loss	P_{die1}	P_ϵ		watt W	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
137	421-06-03 MOD	total load loss in transformer windings at rated current	P_{kT}		In case of a two-winding three-phase transformer (T) one side is short circuited (k) and the other side is fed with the rated current (r) of this side of the main tapping. In case of three-winding transformers three measurements or calculations are necessary (see IEC 60909-0 and IEC 60909-2).	watt	W	
138		surge-impedance load of a line	P_{nat}		Surge-impedance load of a three-phase AC line in case of U_n $P_{\text{nat}} = U_n^2 / Z_W$ where U_n is the nominal value of the line-to-line voltage (item 159) and $Z_W = Z_{W1}$ is the surge impedance of a line in the positive-sequence system (item 186).	watt	W	
139		rated mechanical power of a motor	P_{m}		For a three-phase asynchronous motor use: $P_{\text{m}} = \sqrt{3} U_{\text{m}} I_{\text{m}} \cos \varphi_{\text{m}} \eta_{\text{m}}$ where U_{m} is the rated voltage, I_{m} the rated current, φ_{m} the phase difference and η_{m} the efficiency of the motor.	watt	W	
140	131-11-43 80000-6, 6-61	non-active power	$Q_{\sim}, Q'$		$Q_{\sim} = \sqrt{S^2 - P^2}$ where S is the apparent power (item 142) and P the active power (item 134)	volt ampere	VA	

Item number	Quantities				Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Remarks
141	131-11-44	reactive power	Q		Shall be used only in three-phase AC networks with symmetric sinusoidal voltages and currents: $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi = S \sin \varphi$ where S is the apparent power (item 142) and $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ the phase difference with φ_u as the initial phase of the voltage and φ_i the initial phase of the current (IEC 80000-6, 6-48).	volt ampere VA	In practice mostly var, kvar, Mvar is used.
142	131-11-41	apparent power	S		In a symmetrical three-phase AC network use: $S = \sqrt{3}UI$, where U is the line-to-line voltage (item 147) and I the line current (item 104).	volt ampere VA	In practice mostly kVA, MVA is used.
143	601-01-14 MOD 60909-0	short-circuit power	S_k''		The short-circuit apparent power in a symmetrical three-phase AC network is given as: $S_k'' = \sqrt{3}U_n I_k''$, where U_n is the nominal line-to-line voltage (item 159) and I_k'' the subtransient short-circuit current (item 114).	volt ampere VA	In practice mostly MVA is used.
144	60909-0	short-circuit power of a three-phase AC network feeder at the connection point Q	S_{kQ}''		$S_{kQ}'' = \sqrt{3}U_{nQ} I_{kQ}''$, where U_{nQ} is the nominal line-to-line voltage and I_{kQ}'' the subtransient short-circuit current at the connection point Q.	volt ampere VA	In practice mostly MVA is used.
145		rated apparent power	S_r		Examples for electrical equipment: S_{rG} , S_{rT} (subscripts in subclause 6.3).	volt ampere VA	In practice mostly kVA, MVA is used.
146	62428	transformation matrix	T		T_S transformation matrix for symmetrical components in the unnormalized form, (see item 256).	one 1	
147	121-11-27	voltage, electric tension	U		U is the general symbol, with no further indication: line-to-line voltage; line-to-line tension.	volt V	
148	195-05-11	(effective) touch voltage	U_B			volt V	

Item number	Quantities				Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Remarks
149		direct voltage, direct tension	U_d	U_{DC}	Average value, for instance in case of a direct current link. For the qualifier DC, see IEC 60050, 151-15-02.	volt V	
150	60909-3	earthing potential	U_E			volt V	
151		field voltage, excitation voltage	U_F	U_f	Voltage at the field winding of a machine.	volt V	
152	411-54-06	excitation system ceiling voltage	U_{Fmax}	U_{fmax}		volt V	
153	195-05-03	line-to-earth voltage	U_{Li}	U_{LiE}	$i = 1, 2, 3$ in three-phase AC networks.	volt V	
154	195-05-01 141-03-06	line-to-line voltage	U_{LiLk}	U_{Llk}	$i, k = 1, 2, 3$ with $i \neq k$ in three-phase AC networks	volt V	
155	195-05-02	line-to-neutral voltage	U_{LiN}		$i = 1, 2, 3$ in three-phase AC systems with a neutral conductor (low-voltage networks)	volt V	
156	421-09-01 60038	highest voltage for equipment	U_m		The highest r.m.s. line to-line voltage permanently admissible for equipment.	volt V	
157	601-01-23 601-01-24	highest and lowest voltage of a network	U_{max} U_{min}	U_{Nmax} U_{Nmin}	IEV: Highest (lowest) voltage of a network.	volt V	
158	601-01-32	neutral point or neutral conductor to-earth voltage	U_{NE}		IEV: Neutral point displacement voltage.	volt V	
159	442-01-04 601-01-21	nominal voltage of a network nominal voltage of a system nominal voltage of a line	U_n		The nominal voltage of a network is always a line-to-line voltage.	volt V	
160	411-49-02	synchronous generated voltage	U_p	U_p	Voltage, which would be generated in the armature windings on open circuit, in the absence of saturation, by the flux corresponding to the excitation current for the conditions under consideration.	volt V	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		
						Name	Symbol	Remarks
161	442-01-03 MOD	rated voltage	U_r		Line-to-line-voltage of electrical equipment, generator, motor, transformer, reactor, etc., if necessary with an additional index from 6.3	volt	V	
162	411-54-08	rated field voltage	U_{rf}	U_{fr}	See subclause 6.6.	volt	V	
163	421-04-01	rated voltage of a winding	U_{rw}, U_{rw}		See also item 128.	volt	V	
164	195-05-12	step voltage	U_s	U_{Step}		volt	V	
165	131-12-22	source voltage, source tension	U_s	U_q		volt	V	
166	411-49-13	direct-axis transient voltage	U'_d			volt	V	
167	411-49-14	quadrature-axis transient voltage	U'_q			volt	V	
168	411-49-11	direct-axis subtransient voltage	U''_d			volt	V	
169	411-49-12	quadrature-axis subtransient voltage	U''_q			volt	V	
170	411-50-07	direct-axis synchronous reactance	X_d			ohm	Ω	
171	411-50-08	quadrature-axis synchronous reactance	X_q			ohm	Ω	
172	411-50-09	direct-axis transient reactance	X'_d			ohm	Ω	
173	411-50-10	quadrature-axis transient reactance	X'_q			ohm	Ω	
174	411-50-11 60909-0	direct-axis subtransient reactance	X''_d		X''_d is the effective reactance of a synchronous machine at the moment of three-phase short circuit. For the calculation of short-circuit currents the saturated value of X''_d shall be used.	ohm	Ω	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
175	411-50-12	quadrature-axis subtransient reactance	X''_q			ohm	Ω	
176		mutual reactance	X_m			ohm	Ω	
177		self reactance	X_s			ohm	Ω	
178		leakage reactance	X_σ	X_l		ohm	Ω	
179	131-14-25 60027-2	admittance matrix	Y	A	Names and symbols for the elements are given in IEC 60027-2.	siemens	S	
180		admittance of the zero sequence system of a line per length	Y'_0		$Y'_0 = G'_0 + j\omega C'_0$	siemens per metre	S/m	
181		admittance of the positive sequence system of a line per Length	Y'_1		$Y'_1 = G'_1 + j\omega C'_1$	siemens per metre	S/m	
182		admittance of the negative-sequence system of a line per length	Y'_2		$Y'_2 = G'_2 + j\omega C'_2$	siemens per metre	S/m	
183	131-14-24	impedance matrix	Z		Names and symbols for the elements are given in IEC 60027-2.	ohm	Ω	
184	60909-0	subtransient impedance of a generator	Z''_G		$Z''_G = R_G + jX''_d$	ohm	Ω	
185		surge impedance of a line in the zero sequence system	Z_{W0}		$Z_{W0} = \sqrt{Z'_0 / Y'_0}$	ohm	Ω	
186	603-02-23	surge impedance of a line in the positive sequence system	Z_{W1}	Z_W	$Z_{W1} = \sqrt{Z'_1 / Y'_1}$	ohm	Ω	
187	448-11-29 MOD	zero-sequence impedance of a line per length	Z'_0		$Z'_0 = R'_0 + j\omega L'_0$	ohm per metre	Ω/m	In practice often Ω/km is used.
188	448-11-27 MOD	positive-sequence impedance of a line per length	Z'_1		$Z'_1 = R'_1 + j\omega L'_1$	ohm per metre	Ω/m	In practice often Ω/km is used.

Item number	Quantities				Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Remarks
189	448-11-28 MOD	negative-sequence impedance of a line per length	Z_2'		$\underline{Z}_2' = R_2' + j\omega L_2'$	ohm per metre Ω/m	In practice often Ω/km is used.
190		admittance angle	α		$\alpha = \arctan(B/G)$ for $\underline{Y} = G + jB$	radian rad	
191		impedance angle	γ	ϑ	$\gamma = \arctan(X/T)$ for $\underline{Z} = R + jX$	radian rad	
192		load angle	δ_P		Load angle is the angle between $\underline{U}_{1G}$ and $\underline{U}_P$ of a synchronous machine.	radian rad	
193		angle between $\underline{U}_i$ and $\underline{U}_k$	δ_{ik}	ϑ_{ik}	$\delta_{ik} = \varphi_{ui} - \varphi_{uk}$	radian rad	
194	60909-3	earth penetration depth	δ_E		Earth penetration depth in case of infinite length of line is $\delta_E = 1,8514 / \sqrt{\omega \mu_0 / \rho_E}$, where ω is the angular frequency, μ_0 the magnetic constant (IEC 60050-121, 121-11-14) and ρ_E the earth resistivity (item 195).	metre m	
195	60909-3	specific earth resistance	ρ_E			ohm metre Ωm	

4 Letter symbols for space and time

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Name	Unit, coherent with the SI	Remarks
196		diameter of a line conductor	D_L	d_L	Apparent diameter of a stranded conductor, see IEV 581-03-51	metre	m	
197		distance	d	a	Distance between two line conductors: $d_{L,Lk}$	metre	m	
198	466-05-13 MOD	line-to-earth clearance	d_{LEmin}			metre	m	
199		sag of a line-conductor of an overhead line	f		f_{max} maximum value in case of a horizontal span between two towers (mid span sag), see IEV 466-03-09 and its Figure 446-1.	metre	m	
200	702-01-07 MOD	eigenfrequency	f_e		$f_e = \omega_e / 2\pi$, see item 219	hertz	Hz	
201		inertia constant	H		$H = T_m / 2$	second	s	
202		effective height above ground of a line-conductor from an overhead line	h	h_e	$h = h_{max} - 0,7f_{max}$	metre	m	
203		line length	l	L	overhead line or cable	metre	m	usually in km
204		cross-section	q	A	Cross-section of a line-conductor q_L	square metre	m ²	usually in mm ²
205		radius	r	r_L	Radius of a line conductor	metre	m	
206	60909-0	equivalent radius of a bundle conductor	r_B		$r_B = \sqrt[n]{n \cdot r_L \cdot r_T^{n-1}}$ where n is the number of sub-conductors; for r_L see item 205; for r_T see item 207.	metre	m	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
207	466-10-22 466-10-23 466-10-24	radius of the sub-conductors in a bundle	r_T		twin bundle: $r_T = a / 2$; triple bundle: $r_T = a / \sqrt{3}$; quad bundle: $r_T = a / \sqrt{2}$; where a is the distance between two sub-conductors.	metre	m	
208		distance between the centres of gravity of the surfaces i and k	s_{ik}			metre	m	
209	411-48-15 MOD	expected acceleration duration	T_A		The duration that would be required to bring the rotating parts of a machine from rest to rated speed if the accelerating torque were constant and equal to the quotient of rated active power by rated angular velocity.	second	s	
210	411-48-28	direct-axis transient short-circuit time constant	T_d'		This applies to a synchronous machine.	second	s	
211	411-48-27	direct-axis transient open-circuit time constant	T_{d0}'		This applies to a synchronous machine.	second	s	
212	411-48-30	direct-axis subtransient short-circuit time constant	T_d''		This applies to a synchronous machine.	second	s	
213	411-48-29	direct-axis subtransient open-circuit time constant	T_{d0}''		This applies to a synchronous machine.	second	s	
214	411-48-26	aperiodic time constant, direct current time constant	T_a	T_{DC}	This applies to a synchronous machine.	second	s	
215	60909-0	short-circuit duration	T_k			second	s	
216		electromechanical time constant	T_m		$T_m = 2H$ where H is the inertia constant (see item 201).	second	s	
217	411-48-35	quadrature-axis subtransient short-circuit time constant	T_q''		This applies to a synchronous machine.	second	s	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		
						Name	Symbol	Remarks
218	60909-0	minimal time delay	$t_{\min}$	$T_{k \min}$	This is the shortest duration between the beginning of the short circuit and the contact separation of the first pole to open the switching device.	second	s	
219		angular eigenfrequency	ω_e		$\omega_e = 2\pi f_e$ with f_e according to item 200.	second to the power minus one	s^{-1}	

5 Letter symbols for numerical values and ratios of quantities

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI	Name	Symbol
220		refraction factor	b		For travelling waves on lines, different for voltage and current.		one	1
221	60909-0	voltage factor	c		Factor for the equivalent voltage at the short-circuit location.		one	1
222		damping factor	d				one	1
223		factor for the increase of a resistance by the proximity-effect	F_P		$R_{\sim} = F_S F_P R_{=}$		one	1
224		factor for the increase of a resistance by the skin-effect	F_S		$R_{\sim} = F_S F_P R_{=}$		one	1
225	60909-0	impedance correction factor	K		For impedances of electrical equipment when calculating short-circuit currents with the equivalent voltage source at the short-circuit location according to IEC 60909-0.		one	1
226		overvoltage factor	k		$k = u_0 / (\sqrt{2} U^b / \sqrt{3})$; u_0 : subscript o, see item 277; U^b : superscript b, see item 335 (instead of U^b sometimes U_m is used).		one	1
227		number of lines	L		This applies to three-phase AC networks.		one	1
228		number of meshes	M		This applies to three-phase AC networks.		one	1
229	60909-0	factor for the heat (thermal) effect of the DC component in a short-circuit current	m		See item 129		one	1
230		number of nodes	N		This applies to three-phase AC networks.		one	1
231		number of conductors per bundle	n		This applies to high-voltage overhead lines in three-phase AC networks.		one	1

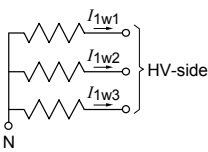
Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
						Name	Symbol	
232	60909-0	factor for the heat (thermal) effect of the AC component in a short-circuit current	n		See item 129	one	1	
233	60027-1	number of pairs of poles	p		This applies to synchronous and asynchronous three-phase AC machines.	one	1	
234	131-15-32	complex current reflection factor	$\underline{r}_I$		This applies to travelling waves on lines.	one	1	
235	131-15-33	complex voltage reflection factor	$\underline{r}_U$		This applies to travelling waves on lines.	one	1	
236	60909-3	reduction factor	r		This applies to the case of interference.	one	1	
237		relative short-circuit resistance of a transformer	r_T		This is the relative value in the case of a two-winding three-phase AC transformer with reference values $U_{rT}/\sqrt{3}$ and I_{rT} , see also item 243.	one	1	
238		relative short-circuit reactance of a transformer	x_T		This is the relative value in the case of a two-winding three-phase AC transformer with reference values $U_{rT}/\sqrt{3}$ and I_{rT} , see also item 244.	one	1	
239		relative short-circuit impedance of a transformer	z_T		This is the relative value in the case of a two-winding three-phase AC transformer with reference values $U_{rT}/\sqrt{3}$ and I_{rT} , see also item 242.	one	1	
240		voltage ratio of a transformer	t		See item 241.	one	1	
241	421-04-02 436-01-15 MOD 442-01-03 MOD	rated voltage ratio of a transformer	t_{rT}		$t_T = U_{rTHV} / U_{rTLV} \geq 1$, where U_{rTHV} is the rated voltage at the high-voltage side and U_{rTLV} the rated voltage at the low-voltage side of the transformer. The rated voltage ratio may be different from the turns ratio (item 246).	one	1	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Name	Unit, coherent with the SI	Remarks
242	60909-0	related short-circuit voltage of a transformer	u_k		In the case of a two-winding transformer; u_{kr} (IEV 421-07-01) rated value with the reference values: $U_{rT} / \sqrt{3}$ and I_{rT} , see also item 239, the value of u_k is equal to the value of z_T .	one	1	in practice given in %
243	60909-0	resistive component of the related short-circuit voltage of a transformer	u_R		rated value: u_{Rr} , see also item 237, the value of u_R is equal to the value of r_T	one	1	in practice given in %
244	60909-0	reactive component of the related short-circuit voltage of a transformer	u_X		For rated value: u_{Xr} , see also item 238, the value of u_X is equal to the value of x_T .	one	1	in practice given in %
245		detuning coefficient	γ		This applies to a resonant earthed neutral network (see IECV 195-04-09).	one	1	
246		turns ratio	w	n	$w = W_{HV} / W_{LV}$	one	1	
247	195-05-14 604-03-06	earth fault factor	δ			one	1	
248	60909-0	factor for the calculation of the peak short-circuit current	κ		In case of a three-phase AC short circuit: $\kappa = \frac{i_p}{\sqrt{2}I_k''}$, where i_p is the peak short-circuit current (item 118) and I_k'' is the subtransient short-circuit current (item 114).	one	1	
249	60909-0	factor for the calculation of the steady-state short-circuit current	λ		For one synchronous machine: $\lambda = \frac{I_{kG}}{I_{rG}}$, $\lambda_{\max}$ and $\lambda_{\min}$, where I_{rG} is the rated current and I_{kG} the steady-state short-circuit current of a generator..	one	1	

Item number	Quantities					Units		
	IEV and/or IEC number	Name of quantity	Chief symbol	Reserve symbol	Remarks	Unit, coherent with the SI		Remarks
250	60909-0	factor for the calculation of the symmetrical short-circuit breaking current	μ		$\mu = \frac{I_b}{I_k''}$, where I_b is the breaking current (item 105) and I_k'' the subtransient short-circuit current (item 114).	one	1	

6 Subscripts and superscripts

6.1 Subscripts for natural quantities and components in three-phase AC systems

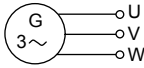
Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
251	line conductors	L1, L2, L3		U_{L1}, U_{L2}, U_{L3}	
252	windings	W1, W2, W3		I_{W1}, I_{W2}, I_{W3}	Windings of electrical equipment, for instance the windings of a transformer in delta-connection, see item 253.
253	windings	1W1, 1W2, 1W3 2W1, 2W2, 2W3 3W1, 3W2, 3W3			1, 2, 3 at the beginning of the symbol defines the HV-, the MV- and the LV-side of a transformer. 1, 2, 3 at the end of the symbol defines the three windings on each of the three sides in case of a three-phase AC transformer.
254	neutral conductor	N		I_N	Applicable in low-voltage networks.
255	source	s	q	U_s, u_s	See item 165.
256	positive sequence system	1	(1)	$\underline{U}_1, \underline{U}_{(1)}$	Symmetrical components (IEC 62428) $\begin{bmatrix} \underline{U}_{L1} \\ \underline{U}_{L2} \\ \underline{U}_{L3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \underline{a}^2 & \underline{a} & 1 \\ \underline{a} & \underline{a}^2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \\ \underline{U}_0 \end{bmatrix}$ with $\underline{a} = e^{j2\pi/3} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$ (1), (2), (0) used in IEC 60909-0.
	negative sequence system	2	(2)	$\underline{U}_2, \underline{U}_{(2)}$	
	zero sequence system	0	(0)	$\underline{U}_0, \underline{U}_{(0)}$	
257	direct axis	d			dq0-components
258	quadrature axis	q			
259	Clarke component	α			$\alpha\beta 0$ -components
260	Clarke component	β			
261	space phasor	s		$\underline{u}_s = u_\alpha + ju_\beta$	Space phasor in a non-rotating frame of reference.
262	space phasor	r		$\underline{u}_r = u_d + ju_q$	Space phasor in a rotating frame of reference.
263	active component	P			
264	non-active component	Q			

6.2 Subscripts for operating conditions

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
265	general	a ... z			Use lower case letters for any operating condition.
266	actuated	a		I_a	Applicable to a protection device.
267	breaking	b		I_b	Breaking current of a circuit breaker. See item 105.
268	earth fault	e		I_{Ce}	In networks with isolated neutral or resonant earthed neutral. See item 107 and see also item 125.
269	induced	in		U_{in}	Induced voltage.
270	three-phase short circuit	k	k3	I_k, I''_k, I''_{k3}	In case of a three-phase short circuit the additional subscript 3 is not necessary (IEC 60909-0). See item 112 to 114.
271	line-to-earth short circuit	k1		I''_{k1}	IEC 60909 IEV 195-04-12
272	line-to-line short circuit	k2		I''_{k2}	IEC 60909-0.
273	line-to-line short circuit with earth connection	k2E		I''_{k2EL2}, I''_{k2EL3}	I''_{kE2E} : current flowing through earth in case of a line-to-line short circuit with earth connection (IEC 60909-0).
274	maximum	max	m	U_{max}, U_m	U_m : Maximum permissible permanent voltage of electrical equipment.
275	minimum	min			
276	nominal	n	nom		
277	over	o	ov	u_o	Instantaneous value of an over-voltage.
278	peak	p		i_p	See items 118, 120.
279	rated	r	rat		
280	saturated	sat		$X_{d\ sat}$	
281	thermal	th		I_{th}	See item 129.
282	no load	0		I_{0M}	No-load current of a motor.

6.3 Subscripts for electrical equipment

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
283	general	A ... Z		U_{rT2HV}	Use upper case letters for electrical equipment or parts of electrical equipment
284	asynchronous motor	ASM	IM		IM: Induction motor.
285	bundle conductor	B			IEV 466-10-22, IEV 466-10-23, IEV 466-10-24
286	current transformer	CT		I_{CT}	

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
287	generator	G		U_{rG}	IEV 151-13-35
288	DC generator	G –			
289	AC generator	G ~			
290	three-phase AC generator	G3 ~			
291	gas insulated line	GIL			IEV 601-03-06.
292	gas insulated switching station	GIS			
293	high-voltage DC link	HVDC		P_{HVDC}	IEV 601-04-01
294	inverter	IN			IEV 151-13-46
295	overhead line, cable	L		X'_L	reactance per length in the positive sequence system: $X'_L = X'_{1L}$
296	line conductors	L1, L2, L3		I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}	
297	motor	M		I_{rM}	
298	DC motor	M –	DCM		
299	AC motor	M ~	ACM		
300	three-phase AC motor	M3 ~			
301	machine	MA		r_{MA}	IEV 151-13-39, electric machine
302	network	N			
303	neutral conductor	N			in low-voltage networks
304	protective conductor	PE			In low-voltage networks, IEV 195-02-09
305	PEN-conductor	PEN			In low-voltage networks, IEV 195-02-12
306	power station	PS	S	S_{PS}, S_S	Apparent power at the high-voltage side of the unit transformer of a power station. IEV 603-01-01
307	earth wire	Q		d_{Q1L1}	If there are more than one earth wires use: Q1, Q2, ... Qn.
308	reactor	R	Re		
309	rotor	R			
310	rectifier	RF			IEV 151-13-45.
311	stator	S			Stator of an electrical machine or a turbine. IEV 811-14-01
312	sheath or shielding	S	Sh, Si	I_{S1}, I_{S2}, I_{S3}	Example: currents in case of three single-core cables.
313	synchronous generator	SG			
314	synchronous motor	SM			

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
315	synchronous machine	SMA			
316	synchronous phase shifter	SPH			IEV 151-13-47
317	transformer	T		S_{rT}	See items 130, 132, 163, 252, 253
318	unit transformer	UT	BT	U_{rUTLV}	
319	voltage transformer	VT		U_{rVT}	
320	winding	W			

6.4 Subscripts for locations, reference points, and fault locations

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
321	location of stations	A ... Z		station A	Location of stations or parts thereof.
322	earth	E	G		G: ground (US usage).
323	fault location, short-circuit location	F		I_{kF1}''	In case of several fault locations: F1, F2, F3, ... F _n .
324	high-voltage side	HV	OS	U_{rTHV}	
325	low-voltage side	LV	NS	U_{rTLV}	
326	medium-voltage side	MV	MS	U_{rTMV}	
327	neutral point	N		U_N	IEV 601-02-22 MOD, neutral point in a poly-line network.
328	connection point, pole	P	K		IEV 601-03-11, pole of an equipment.
329	connection point of a network	Q	Q1, Q2, Q _n	S_{kQ}''	Example: Short-circuit power at the connection point Q of a network.
330	reference earth	RE	BE		
331	connection points of three-phase AC equipment	U, V, W	u, v, w or x, y, z		Generator, motor, transformer, reactor etc. in three-phase AC networks, if necessary with additions.
332	star point	Y		U_Y	Common point of two-pole elements (windings) in star connection.
333	positive, negative- and zero-sequence neutral reference	01 02 00			In case of symmetrical components according to item 256.

6.5 Superscripts

Item number	Meaning	Chief symbol	Reserve symbol	Example of use	Remarks
334	after	a	n		
335	before	b	v	I_G^b	Current of a generator before a short circuit.
336	per length	,		X'_L	
337	transient	,		X'_d, T'_d	
338	subtransient	''		X''_d, T''_d	
339	semi-relative	* in front of the symbol		$^* X_T = \frac{u_{kr}}{S_{rT}}$	Semi-relative quantities are used similarly to per-unit quantities for network calculations.

6.6 Multiple subscripts and their succession

Item number	Position	Meaning	Clause	Example (Remarks)
340	1	natural quantity or modal component	6.2	U_1 (positive sequence system)
341	2	operating condition	6.2	U_{1k1} (during a line-to-earth short circuit)
342	3	electrical equipment	6.3	U_{1k1T4} (at the fourth transformer)
343	4	location	6.4	$U_{1k1T4 HV}$ (on the high-voltage side)
344	5	additional indication	—	$U_{1k1T4HVmax}$ (highest value)
$U_{1k1T4HVmax}$: Highest voltage in the positive sequence system, during a line-to-earth short circuit, at the high-voltage side of transformer number four. If necessary, insert a small space between the different subscripts.				

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	31
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Symboles littéraux pour les grandeurs alternatives et triphasées et d'autres grandeurs de réseau	36
4 Symboles littéraux pour l'espace et le temps	45
5 Symboles littéraux pour les valeurs numériques et les rapports de grandeurs	47
6 Indices et exposants	51
6.1 Indices pour les grandeurs naturelles et les composantes dans les systèmes alternatifs triphasés	51
6.2 Indices pour les conditions de fonctionnement	52
6.3 Indices pour les appareils électriques	52
6.4 Indices pour les emplacements, les points de références et la localisation des défauts	54
6.5 Exposants	55
6.6 Indices multiples et leur succession	55
Bibliographie	56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYMBOLES LITTÉRAUX À UTILISER EN ÉLECTROTECHNIQUE –

Partie 7: Production, transport et distribution de l'énergie électrique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60027-7 a été établie par le comité d'études 25 de la CEI: Grandeurs et unités.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
25/391/CDV	25/406/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60027, sous le titre général *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, peut être trouvée sur le site internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

SYMBOLES LITTÉRAUX À UTILISER EN ÉLECTROTECHNIQUE –

Partie 7: Production, transport et distribution de l'énergie électrique

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60027 s'applique à la production, au transport et à la distribution de l'énergie électrique. Elle donne les noms et les symboles littéraux des grandeurs et unités. Elle fixe en outre des règles concernant les indices multiples et leur succession.

Cette partie de la CEI 60027 est une extension de la CEI 60027-1. Les symboles littéraux figurant déjà dans la CEI 60027-1 ne sont donc répétés que s'ils ont une signification particulière dans le domaine de la production, du transport et de la distribution de l'énergie électrique ou s'ils sont utilisés avec des indices particuliers dans ce domaine.

La CEI 60027-1:1992 donne en 2.1 des conseils concernant l'emploi des lettres majuscules et minuscules et en 1.6 des conseils concernant la représentation des grandeurs complexes. Dans de nombreux cas, on indique donc seulement U au lieu de $\underline{U}$, $|\underline{U}| = U$ ou u .

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60027-1:1992, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*
Amendement 1:1997
Amendement 2:2005

CEI 60027-2:2005, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 2: Télécommunications et électronique*

CEI 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050-121:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 121: Electro-magnétisme*
Amendement 1 (2002)

CEI 60050-131:2002, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*
Amendement 1 (2008)

CEI 60050-141:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 141: Systèmes et circuits polyphasés*

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-195:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

Amendement 1 (2001)

CEI 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 411: Machines tournantes*

Amendement 1 (2007)

CEI 60050-421:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 421: Transformateurs de puissance et bobines d'inductance*

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

Amendement 1 (2000)

CEI 60050-442:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 442: Petit appareillage*

CEI 60050-448:1995, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 448: Protection des réseaux d'énergie*

CEI 60050-466:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 466: Lignes électriques*

CEI 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

Amendement 1 (1998)

CEI 60050-603:1986, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 603: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Planification et conduite des réseaux*

Amendement 1 (1998)

CEI 60050-604:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

Amendement 1 (1998)

CEI 60050-811:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 811: Traction électrique*

CEI 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

CEI/TR 60909-1:2002, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 1: Facteurs pour le calcul des courants de court-circuit conformément à la CEI 60909-0*

CEI/TR 60909-2:2008, *Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations*

Disponible en anglais seulement.

CEI 60909-3:2003, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 3: Courants durant deux courts-circuits monophasés simultanés séparés à la terre et courants de court-circuit partiels s'écoulant à travers la terre*

CEI 62428:2008, *Energie électrique – Composantes modales dans les systèmes a.c. triphasés – Grandeurs et transformations*

CEI 80000-6:2008, *Grandeurs et unités – Partie 6: Electromagnétisme*

3 Symboles littéraux pour les grandeurs alternatives et triphasées et d'autres grandeurs de réseau

N°	Grandeurs				Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	
						Nom	Symbole
101		capacité phase-terre d'une ligne	C_{Li}	C_{LiE}	$i = 1, 2, 3$ dans les réseaux alternatifs triphasés	farad	F
102		capacité entre phases d'une ligne	C_{LiLk}	C_{Lik}	$i, k = 1, 2, 3$ avec $i \neq k$ dans les réseaux alternatifs triphasés	farad	F
103	131-14-29 60027-2	matrice hybride	H		Les noms et les symboles des éléments sont donnés dans la CEI 60027-2.	un, ohm, siemens	1, Ω , S
104		courant électrique	I		Le symbole général I est utilisé dans le cas de réseaux alternatifs triphasés pour lesquels les trois courants sont égaux ou approximativement égaux.	ampère	A
105	441-17-06 441-17-07 60909-0	courant coupé présumé, courant coupé	I_b	I_a	Courant dans le premier pôle ouvrant d'un appareil de connexion (disjoncteur) ou dans un fusible.	ampère	A
106		courant de charge capacitif	I_C		$I_C = \omega C \frac{U_n}{\sqrt{3}}$, où ω est la pulsation, C la capacité du système direct et U_n la tension nominale de la ligne alternative triphasée.	ampère	A
107		courant capacitif de défaut à la terre	I_{Ce}		I_{Ce} est le courant capacitif de défaut phase-terre dans un réseau à neutre isolé (VEI 601-02-24).	ampère	A
108	131-11-22	courant continu	I_d	I_{DC}	valeur moyenne, par exemple dans le cas d'une liaison à courant continu Pour le qualificatif DC, voir la CEI 60050-151.	ampère	A
109	442-01-23	courant de défaut à la terre	I_e		Voir les numéros 107 et 121.	ampère	A
110		courant d'excitation	I_F	I_f	Courant dans l'enroulement d'excitation d'une machine.	ampère	A
111		courant d'excitation à vide	I_{F0}	I_{f0}		ampère	A

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		
						Nom	Symbole	Observations
112	60909-0	courant de court-circuit permanent à l'endroït du court-circuit	I_k	I_{k3}	Le courant de court-circuit permanent est la valeur efficace d'un courant de court-circuit triphasé à l'endroït du réseau où se produit le court-circuit, après amortissement de tous les phénomènes transitoires. Courants de court-circuit d'indice k dans les réseaux à neutre mis à la terre directement ou par impédance (VEI 601-02-25, VEI 601-02-26).	ampère	A	
113	60909-1	courant de court-circuit transitoire à l'endroït du court-circuit	I'_k	I'_{k3}	Le courant de court-circuit transitoire est la valeur efficace d'un courant de court-circuit triphasé à l'endroït où se produit le court-circuit, après amortissement du courant de court-circuit subtransitoire.	ampère	A	
114	60909-0	courant de court-circuit subtransitoire à l'endroït du court-circuit	I''_k	I''_{k3}	Le courant de court-circuit symétrique initial à l'endroït d'un court-circuit est la valeur efficace de la composante alternative d'un courant de court-circuit triphasé présumé.	ampère	A	
115	121-11-13 MOD	courant d'un conducteur de ligne	I_{Li}		$i = 1, 2, 3$ dans les réseaux alternatifs triphasés.	ampère	A	
116	411-48-16 60909-0	courant à rotor bloqué	I_{LR}	I_{an}	I_{LR} est le plus grand courant efficace d'un moteur asynchrone alimenté à la tension assignée et à la fréquence assignée du rotor, le rotor étant bloqué dans la position la plus défavorable.	ampère	A	
117		courant d'aimantation	I_m	I_μ	I_m est le courant d'aimantation d'une machine, d'une bobine d'inductance, d'un transformateur, etc. CEI 60027-1, Tableau 6, indices: m, mag.	ampère	A	
118	60909-0	courant de court-circuit de crête à l'endroït du court-circuit	i_p	i_{p3}	Le courant de court-circuit de crête est la valeur instantanée maximale possible d'un courant de court-circuit triphasé présumé.	ampère	A	
119		courant thermique admissible en régime continu	I_{per}	I_d		ampère	A	

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		Observations
						Nom	Symbole	
120	411-48-23 MOD	courant de court-circuit de crête d'une génératrice	i_{pG}		Valeur de crête atteinte par le courant dans un enroulement d'induit durant la demi-période suivant un court-circuit brusque de l'enroulement, sous la condition que la valeur initiale de chaque composante apériodique du courant est maximale.	ampère	A	
121	421-04-05	courant assigné	I_r		Le courant assigné est indiqué par le fabricant de matériel électrique pour une génératrice, un moteur, un transformateur, une inductance, etc.; si nécessaire, utiliser un indice supplémentaire d'après 6.3.	ampère	A	
122		courant assigné d'un transformateur de courant	I_{rCT}			ampère	A	
123	411-54-07	courant d'excitation assigné	I_{rF}	I_{rf}		ampère	A	
124	60909-0	courant assigné d'une génératrice	I_{rG}			ampère	A	
125		courant résiduel terre-défaut	I_{rds}	I_{Rest}	Courant à l'endroit d'un défaut d'un réseau compensé par bobine d'extinction (voir VEI 601-02-27).	ampère	A	
126	60909-0	courant assigné du côté haute tension d'un transformateur	I_{rTHV}		Utiliser respectivement I_{rTMV} et I_{rTLV} du côté moyenne tension et du côté basse tension.	ampère	A	
127	448-11-30	courant d'appel	I_{rush}		Courant d'appel d'un transformateur.	ampère	A	
128		courant assigné d'un enroulement	I_{rW}, I_{rW}		(W) pour l'enroulement haute tension d'un transformateur ou (w) pour l'enroulement basse tension. Voir n° 253 pour les transformateurs à trois enroulements.	ampère	A	

N°	Grandeurs				Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	
						Nom	Symbole
129	60909-0	courant de court-circuit équivalent thermique	I_{th}		Valeur efficace du courant ayant le même effet thermique et la même durée que le véritable court-circuit; qui peut comporter une composante continue et peut diminuer avec le temps: $I_{th} = I_k'' \sqrt{m+n}$ où I_k'' est le courant de court-circuit subtransitoire (n° 113), m est le facteur d'effet thermique de la composante continue du courant de court-circuit (n° 229) et n est le facteur d'effet thermique de la composante alternative du courant de court-circuit (n° 232).	ampère	A
130		courants aux bornes des transformateurs alternatifs triphasés à deux enroulements	I_U, I_V, I_W I_U, I_V, I_W		Indices U, V, W pour le côté haute tension Indices u, v, w pour le côté basse tension	ampère	A
131		courants aux bornes de l'enroulement tertiaire d'un transformateur alternatif triphasé	I_x, I_y, I_z		Il convient d'utiliser les indices x, y, z dans le cas d'enroulements à couplage en triangle.	ampère	A
132		courant d'enroulement	I_{Wi}, I_{Wl}		$i = 1, 2, 3$ dans les réseaux alternatifs triphasés. Par exemple indice W du côté haute tension et w du côté basse tension (voir n° 252).	ampère	A
133		composante harmonique de courant	I_v		$v = (2), 3, (4), 5 \dots \neq 1; f_v = v f$	ampère	A
134	131-11-42	puissance active	P		Dans un réseau alternatif triphasé siège de tensions et de courants sinusoïdaux symétriques: $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$	watt	W
135		puissance continue	P_d	P_{DC}	$P_d = U_d I_d$, où U_d est la tension entre conducteurs d'une ligne supraconductrice (n° 149) et I_d le courant continu (n° 108) au même endroit.	watt	W
136	121-12-11	pertes diélectriques	P_{diel}	P_ε		watt	W

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		Observations
						Nom	Symbole	
137	421-06-03 MOD	pertes en charge dans les enroulements d'un transformateur à courant assigné	P_{krT}		Pour un transformateur triphasé à deux enroulements (T), l'un des côtés est court-circuité (k) et l'autre est alimenté au courant assigné (r) de ce côté à la prise principale. Pour les transformateurs à trois enroulements, il faut trois mesures ou calculs (voir la CEI 60909-0 et la CEI 60909-2).	watt	W	
138		charge d'une ligne sur impédance d'onde	P_{nat}		Charge sur impédance d'onde d'une ligne alternative triphasée dans le cas de U_n $P_{nat} = U_n^2 / Z_W$ où U_n est la valeur nominale de la tension composée (n° 159) et $Z_W = Z_{W1}$ est l'impédance d'onde directe de la ligne (n° 186).	watt	W	
139		puissance mécanique assignée d'un moteur	P_M		Pour un moteur asynchrone triphasé: $P_M = \sqrt{3} U_{rM} I_{rM} \cos \varphi_{rM} \eta_{rM}$ où U_{rM} est la tension assignée, I_{rM} le courant assigné, φ_{rM} le déphasage et η_{rM} le rendement du moteur.	watt	W	
140	131-11-43 80000-6, 6-61	puissance non active	$Q_{\sim}, Q'$		$Q_{\sim} = \sqrt{S^2 - P^2}$, où S est la puissance apparente (n° 142) et P la puissance active (n° 134)	volt ampère	VA	
141	131-11-44	puissance réactive	Q		La grandeur ne doit être utilisée que pour les réseaux alternatifs triphasés à tensions et courants symétriques: $Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi = S \sin \varphi$ où S est la puissance apparente (n° 142) et $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ est le déphasage ou différence entre la phase à l'origine φ_u de la tension et la phase à l'origine φ_i du courant (CEI 80000-6, 6-48).	volt ampère	VA	en pratique, le plus souvent en var, kvar, Mvar

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		Observations
						Nom	Symbole	
142	131-11-41	puissance apparente	S		Dans un réseau alternatif triphasé symétrique: $S = \sqrt{3}UI$ où U est la tension (n° 147) composée et I est le courant (n° 104) de ligne.	volt ampère	VA	en pratique, le plus souvent en kVA, MVA
143	601-01-14 MOD 60909-0	puissance de court-circuit	S_k''		La puissance apparente de court-circuit dans un réseau alternatif triphasé symétrique est: $S_k'' = \sqrt{3}U_n I_k''$ où U_n est la tension composée nominale (n° 159) et I_k'' le courant de court-circuit subtransitoire (n° 114).	volt ampère	VA	en pratique, le plus souvent en MVA
144	60909-0	puissance de court-circuit d'une artère de réseau alternatif triphasé au point de connexion Q	S_{kQ}''		$S_{kQ}'' = \sqrt{3}U_{nQ} I_{kQ}''$ où U_{nQ} est la tension composée nominale et I_{kQ}'' le courant de court-circuit subtransitoire au point de connexion Q.	volt ampère	VA	en pratique, le plus souvent en MVA
145		puissance apparente assignée	S_r		Exemples pour un appareil électrique: $S_{G,}$, $S_{T,}$ (pour les indices, voir 6.3).	volt ampère	VA	en pratique, le plus souvent en kVA, MVA
146	62428	matrice de transformation	T		T_S : matrice de transformation pour les composantes symétriques non normalisées (voir n° 256).	one	1	
147	121-11-27	tension électrique, tension	U		U est le symbole général, sans autre indication: tension composée, tension entre phases.	volt	V	
148	195-05-11	tension de contact effective	U_B			volt	V	
149		tension continue	U_d	U_{DC}	Valeur moyenne, par exemple dans le cas d'une ligne en courant continu. Pour la qualificatif DC, voir la CEI 60050-151, 151-15-02.	volt	V	
150	60909-3	potentiel de terre	U_E			volt	V	
151		tension d'excitation	U_F	U_f	Tension sur l'enroulement d'excitation d'une machine.	volt	V	

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		Observations
						Nom	Symbole	
152	411-54-06	tension plafond du système d'excitation	U_{Fmax}	U_{fmax}		volt	V	
153	195-05-03	tension phase-terre	U_{Li}	U_{LiE}	$i = 1, 2, 3$ dans les réseaux alternatifs triphasés.	volt	V	
154	195-05-01 141-03-06	tension composée, tension entre phases	U_{LiLk}	U_{Lik}	$i, k = 1, 2, 3$ avec $i \neq k$ dans les réseaux alternatifs triphasés.	volt	V	
155	195-05-02 141-03-09	tension simple, tension phase-neutre	U_{LiN}		$i = 1, 2, 3$ dans les réseaux alternatifs triphasés avec neutre (réseaux à basse tension).	volt	V	
156	421-09-01 60038	tension la plus élevée pour le matériel	U_m		Valeur efficace la plus élevée de la tension entre phases admissible par l'appareil en permanence.	volt	V	
157	601-01-23 601-01-24	tensions la plus élevée et la plus basse d'un réseau	U_{max} U_{min}	U_{Nmax} U_{Nmin}	VEI: tension la plus élevée (basse) d'un réseau	volt	V	
158	601-01-32	tension entre le point neutre ou le conducteur neutre et la terre	U_{NE}		VEI: tension de déplacement du point neutre	volt	V	
159	442-01-04 601-01-21	tension nominale d'un réseau ou d'une ligne	U_n		La tension nominale d'un réseau est toujours une tension composée.	volt	V	
160	411-49-02	tension générée synchrone	U_P	U_p	Tension qui serait induite dans les enroulements d'induit en circuit ouvert, en l'absence de saturation, par le flux correspondant au courant d'excitation dans le régime considéré.	volt	V	
161	442-01-03 MOD	tension assignée	U_r		Tension composée d'un appareil électrique, d'un alternateur, d'un moteur, d'un transformateur, d'une inductance, etc., avec, si nécessaire, un indice selon 6.3.	volt	V	
162	411-54-08	tension de champ assignée	U_{rF}	U_{rf}	Voir paragraphe 6.6.	volt	V	
163	421-04-01	tension assignée d'un enroulement	U_{rW}, U_{rW}		Voir aussi n° 128.	volt	V	
164	195-05-12	tension de pas	U_S	U_{Step}		volt	V	
165	131-12-22	tension de source	U_s	U_q		volt	V	

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		
						Nom	Symbole	Observations
166	411-49-13	tension transitoire longitudinale	U'_d			volt	V	
167	411-49-14	tension transitoire transversale	U'_q			volt	V	
168	411-49-11	tension subtransitoire longitudinale	U''_d			volt	V	
169	411-49-12	tension subtransitoire transversale	U''_q			volt	V	
170	411-50-07	réactance synchrone longitudinale	X_d			ohm	Ω	
171	411-50-08	réactance synchrone transversale	X_q			ohm	Ω	
172	411-50-09	réactance transitoire longitudinale	X'_d			ohm	Ω	
173	411-50-10	réactance transitoire transversale	X'_q			ohm	Ω	
174	411-50-11 60909-0	réactance subtransitoire longitudinale	X''_d		X''_d est la réactance équivalente d'une machine synchrone à l'instant d'un court-circuit triphasé. Pour calculer les courants de court-circuit, on doit utiliser la valeur saturée de X''_d .	ohm	Ω	
175	411-50-12	réactance subtransitoire transversale	X''_q			ohm	Ω	
176		réactance mutuelle	X_m			ohm	Ω	
177		réactance propre	X_s			ohm	Ω	
178		réactance de fuite	X_σ	X_l		ohm	Ω	
179	131-14-25 60027-2	matrice d'admittance	$\mathbf{Y}$	$\mathbf{A}$	Les noms et symboles des éléments sont donnés dans la CEI 60027-2.	siemens	S	
180		admittance homopolaire linéique	Y'_0		$\underline{Y}'_0 = G'_0 + j\omega C'_0$	siemens par mètre	S/m	
181		admittance directe linéique	Y'_1		$\underline{Y}'_1 = G'_1 + j\omega C'_1$	siemens par mètre	S/m	

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		
						Nom	Symbole	Observations
182		admittance inverse linéique	Y_2'		$\underline{Y}_2' = G_2' + j\omega C_2'$	siemens par mètre	S/m	
183	131-14-24	matrice d'impédance	Z		Les noms et symboles des éléments sont donnés dans la CEI 60027-2.	ohm	Ω	
184	60909-0	impédance subtransitoire d'un alternateur	Z_G''		$\underline{Z}_G'' = R_G + jX_d''$	ohm	Ω	
185		impédance d'onde homopolaire d'une ligne	Z_{W0}		$\underline{Z}_{W0} = \sqrt{\underline{Z}_0' / \underline{Y}_0'}$	ohm	Ω	
186	603-02-23	impédance d'onde directe d'une ligne	Z_{W1}	Z_W	$\underline{Z}_{W1} = \sqrt{\underline{Z}_1' / \underline{Y}_1'}$	ohm	Ω	
187	448-11-29 MOD	impédance d'onde homopolaire linéique d'une ligne	Z_0'		$\underline{Z}_0' = R_0' + j\omega L_0'$	ohm par mètre	Ω/m	le plus souvent en Ω/km
188	448-11-27 MOD	impédance d'onde directe linéique d'une ligne	Z_1'		$\underline{Z}_1' = R_1' + j\omega L_1'$	ohm par mètre	Ω/m	le plus souvent en Ω/km
189	448-11-28 MOD	impédance d'onde inverse linéique d'une ligne	Z_2'		$\underline{Z}_2' = R_2' + j\omega L_2'$	ohm par mètre	Ω/m	le plus souvent en Ω/km
190		argument de l'admittance	α		$\alpha = \arctan (B/G)$ pour $\underline{Y} = G + jB$	radian	rad	
191		argument de l'impédance	γ	ϑ	$\gamma = \arctan (X/T)$ pour $\underline{Z} = R + jX$	radian	rad	
192		angle de charge	δ_P		L'angle de charge est l'angle entre $\underline{U}_{1G}$ et $\underline{U}_P$ pour une machine synchrone.	radian	rad	
193		angle entre $\underline{U}_i$ et $\underline{U}_k$	δ_{ik}	ϑ_{ik}	$\delta_{ik} = \varphi_{ui} - \varphi_{uk}$	radian	rad	
194	60909-3	profondeur de pénétration de la terre	δ_E		La profondeur de pénétration dans la terre pour une ligne de longueur infinie est: $\delta_E = 1,8514 / \sqrt{\omega \mu_0 / \rho_E}$ où ω est la pulsation, μ_0 la constante magnétique (CEI 60050-121, 121-11-14) et ρ_E la résistivité de la terre (n° 195).	mètre	m	
195	60909-3	résistivité de la terre	ρ_E			ohm mètre	Ωm	

4 Symboles littéraux pour l'espace et le temps

N°	Grandeurs				Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	Observations
196		diamètre d'un conducteur de ligne	D_L	d_L	Diamètre apparent d'un conducteur divisé, voir VEI 581-03-51.	mètre	m
197		distance	d	a	Distance entre deux conducteurs de ligne: $d_{L/Lk}$	mètre	m
198	466-05-13	distance à la masse	d_{LEmin}			mètre	m
199		flèche d'un conducteur de ligne d'une ligne aérienne	f		f_{max} : valeur maximale pour une portée horizontale entre deux pylônes (flèche médiane), voir VEI 466-03-09 et sa Figure 446-1.	mètre	m
200	702-01-07	fréquence propre	f_e		$f_e = \omega_e / 2\pi$, voir n° 219	hertz	Hz
201		constante d'inertie	H		$H = T_m / 2$	seconde	s
202		hauteur effective d'un conducteur de ligne d'une ligne aérienne au-dessus du sol	h	h_e	$h = h_{max} - (2/3)f_{max}$	mètre	m
203		longueur d'une ligne	l	L	ligne aérienne ou câble.	mètre	m le plus souvent en km
204		section droite	q	A	Section droite d'un conducteur de ligne q_L	mètre carré	m ² le plus souvent en mm ²
205		rayon	r	r_L	Rayon d'un conducteur de ligne.	mètre	m
206	60909-0	rayon équivalent d'un faisceau de conducteurs	r_B		$r_B = \sqrt[n]{n \cdot r_L \cdot r_T^{n-1}}$, où n est le nombre de sous-conducteurs Pour r_L voir n° 205, pour r_T voir n° 207.	mètre	m
207	466-10-22 466-10-23 466-10-24	rayon des sous-conducteurs dans un faisceau	r_T		faisceau double: $r_T = a/2$; faisceau triple: $r_T = a/\sqrt{3}$; faisceau quadruple: $r_T = a/\sqrt{2}$; où a est la distance entre deux sous-conducteurs.	mètre	m

N°	Grandeurs				Unités		
	Número VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	Observations
208		distance entre les centres de gravité des surfaces i et k	S_{ik}			Nom Symbole mètre m	
209	411-48-15 MOD	durée d'accélération espérée	T_A		Durée qui serait nécessaire pour amener les parties tournantes d'une machine du repos à la vitesse assignée si le couple d'accélération était constant et égal au quotient de la puissance active assignée par la vitesse angulaire assignée.	seconde s	
210	411-48-28	constante de temps transitoire longitudinale en court-circuit	T'_d		S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
211	411-48-27	constante de temps transitoire longitudinale à circuit ouvert	T'_{d0}		S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
212	411-48-30	constante de temps subtransitoire longitudinale en court-circuit	T''_d		S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
213	411-48-29	constante de temps subtransitoire longitudinale à circuit ouvert	T''_{d0}		S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
214	411-48-26	constante de temps apériodique	T_a	T_{DC}	S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
215	60909-0	durée de court-circuit	T_k			seconde s	
216		constante de temps électromécanique	T_m		$T_m = 2H$ où H est la constante d'inertie (voir n° 201)	seconde s	
217	411-48-35	constante de temps subtransitoire transversale en court-circuit	T''_q		S'applique à une machine synchrone.	seconde s	
218	60909-0	retard minimal	$t_{\min}$	$T_{k\min}$	C'est la plus courte durée entre le début d'un court-circuit et la séparation des contacts du premier pôle à s'ouvrir dans l'appareil de coupure.	seconde s	
219		fréquence propre angulaire	ω_e		$\omega_e = 2\pi f_e$ avec f_e selon n° 200.	seconde à la puissance moins un s^{-1}	

5 Symboles littéraux pour les valeurs numériques et les rapports de grandeurs

N°	Grandeurs				Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	Observations
220		facteur de réfraction	b		Pour des ondes progressives sur des lignes; différent pour la tension et le courant.	un	
221	60909-0	facteur de tension	c		Facteur pour la tension équivalente à l'endroit du court-circuit.	un	
222		facteur d'amortissement	d			un	
223		facteur d'augmentation de la résistance par effet de proximité	F_P		$R_- = F_S F_P R_+$	un	
224		facteur d'augmentation de la résistance par effet pelliculaire	F_S		$R_- = F_S F_P R_+$	un	
225	60909-0	facteur de correction de l'impédance	K		Pour des impédances de matériel électrique dans le calcul des courants de court-circuit avec la source de tension équivalente à l'endroit du court-circuit selon la CEI 60909-0.	un	
226		facteur de surtension	k		$k = u_o / (\sqrt{2} U^b / \sqrt{3})$; u_o : indice o, voir le numéro 277; U^b : exposant b, voir le numéro 335 (U_m est utilisé parfois au lieu de U^b).	un	
227		nombre de lignes	L		S'applique aux réseaux alternatifs triphasés.	un	
228		nombre de mailles	M		S'applique aux réseaux alternatifs triphasés.	un	
229	60909-0	facteur d'effet thermique de la composante continue du courant de court-circuit	m		Voir n° 129.	un	
230		nombre de noeuds	N		S'applique aux réseaux alternatifs triphasés.	un	
231		nombre de conducteurs par faisceau	n		S'applique aux lignes aériennes à haute tension dans les réseaux alternatifs triphasés.	un	

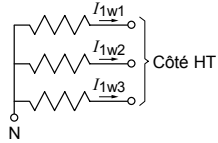
N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		
						Nom	Symbole	Observations
232	60909-0	facteur d'effet thermique de la composante alternative du courant de court-circuit	n		Voir n° 129.	un	1	
233	60027-1	nombre de paires de pôles	p		S'applique aux machines alternatives triphasées synchrones et asynchrones.	un	1	
234	131-15-32	facteur de réflexion complexe du courant	L_I		S'applique aux ondes progressives sur des lignes.	un	1	
235	131-15-33	facteur de réflexion complexe en tension	r_U		S'applique aux ondes progressives sur des lignes.	un	1	
236	60909-3	facteur de réduction	r		S'applique en présence de perturbations.	un	1	
237		résistance de court-circuit réduite d'un transformateur	r_T		C'est la valeur réduite dans le cas d'un transformateur alternatif triphasé à deux enroulements, les valeurs de référence étant $U_{rT} / \sqrt{3}$ et I_{rT} . Voir aussi n° 243.	un	1	
238		réactance de court-circuit réduite d'un transformateur	x_T		C'est la valeur réduite dans le cas d'un transformateur triphasé à deux enroulements, les valeurs de référence étant $U_{rT} / \sqrt{3}$ et I_{rT} . Voir aussi n° 244.	un	1	
239		impédance de court-circuit réduite d'un transformateur	z_T		C'est la valeur réduite dans le cas d'un transformateur triphasé à deux enroulements, les valeurs de référence étant $U_{rT} / \sqrt{3}$ et I_{rT} . Voir aussi n° 242.	un	1	
240		rapport de transformation (d'un transformateur)	t		Voir n° 241.	un	1	
241	421-04-02 436-01-15 MOD 442-01-03 MOD	rapport de transformation assigné (d'un transformateur)	t_{rT}		$t_{rT} = U_{rTHV} / U_{rTLV} \geq 1$ où U_{rTHV} est la tension assignée du côté haute tension et U_{rTLV} est la tension assignée du côté basse tension du transformateur. Le rapport de transformation assigné peut différer du rapport des nombres de spires (n° 246).	un	1	

N°	Grandeurs				Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI	Observations
242	60909-0	tension de court-circuit réduite d'un transformateur	u_k		Dans le cas d'un transformateur à deux enroulements, valeur assignée u_{kr} (VEI 421-07-01) avec les valeurs de référence $U_T / \sqrt{3}$ et I_T . Voir aussi n° 239. La valeur de u_k est égale à celle de z_T .	un	En pratique s'exprime en %.
243	60909-0	composante résistive de la tension de court-circuit réduite d'un transformateur	u_R		valeur assignée: u_{Rr} Voir aussi n° 237; la valeur de u_R est égale à celle de r_T .	un	En pratique s'exprime en %.
244	60909-0	composante réactive de la tension de court-circuit réduite d'un transformateur	u_X		valeur assignée: u_{Xr} Voir aussi n° 238; la valeur de u_X est égale à celle de x_T .	un	En pratique s'exprime en %.
245		coefficient de désaccord	ν		S'applique à un réseau à neutre compensé (par bobine d'extinction) (voir VEI 195-04-09).	un	
246		rapport des nombres de spires	w	n	$w = W_{HV} / W_{LV}$	un	
247	195-05-14 604-03-06	facteur de court-circuit à la terre	δ			un	
248	60909-0	facteur pour le calcul de la valeur de crête du courant de court-circuit	κ		Dans le cas d'un court-circuit alternatif triphasé: $\kappa = \frac{i_p}{\sqrt{2} I_k''}$ où i_p est le courant de court-circuit de crête (n° 118) et I_k'' est le courant de court-circuit subtransitoire (n° 114).	un	
249	60909-0	facteur pour le calcul du courant de court-circuit permanent	λ		Pour une machine synchrone: $\lambda = \frac{I_{kG}}{I_{rG}}$, $\lambda_{\max}$ et $\lambda_{\min}$ où I_{rG} est le courant assigné et I_{kG} le courant de court-circuit permanent d'une génératrice.	un	

N°	Grandeurs					Unités		
	Numéro VEI et/ou CEI	Nom de la grandeur	Symbole principal	Symbole de réserve	Observations	Unité cohérente avec le SI		
250	60909-0	facteur pour le calcul du courant de court-circuit symétrique coupé	μ		$\mu = \frac{I_b}{I_k''}$, où I_b est le courant coupé (n° 105) et I_k'' le courant de court-circuit subtransitoire (n° 114).	un	1	

6 Indices et exposants

6.1 Indices pour les grandeurs naturelles et les composantes dans les systèmes alternatifs triphasés

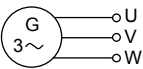
N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
251	conducteurs de ligne	L1, L2, L3		U_{L1}, U_{L2}, U_{L3}	
252	enroulements	W1, W2, W3		I_{W1}, I_{W2}, I_{W3}	Enroulements d'appareils électriques, par exemple ceux d'un transformateur connecté en delta, voir n° 253.
253	enroulements	1W1, 1W2, 1W3 2W1, 2W2, 2W3 3W1, 3W2, 3W3			1, 2 ou 3 au début du symbole indique le côté haute, moyenne ou basse tension d'un transformateur. 1, 2 ou 3 à la fin du symbole indique l'un des trois enroulements de chaque côté d'un transformateur alternatif triphasé.
254	conducteur neutre	N		I_N	S'applique aux réseaux à basse tension.
255	source	s	q	U_s, u_s	Voir n° 165.
256	système direct	1	(1)	$\underline{U}_1, \underline{U}_{(1)}$	Composantes symétriques (CEI 62428): $\begin{bmatrix} \underline{U}_{L1} \\ \underline{U}_{L2} \\ \underline{U}_{L3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \underline{a}^2 & \underline{a} & 1 \\ \underline{a} & \underline{a}^2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \\ \underline{U}_0 \end{bmatrix}$ avec $\underline{a} = e^{j2\pi/3} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$ (1), (2), (0) sont utilisés dans la CEI 60909-0.
	système inverse	2	(2)	$\underline{U}_2, \underline{U}_{(2)}$	
	système homopolaire	0	(0)	$\underline{U}_0, \underline{U}_{(0)}$	
257	axe longitudinal	d			composantes dq0
258	axe transversal	q			
259	composante de Clarke	α			composantes $\alpha\beta 0$
260	composante de Clarke	β			
261	phaseur spatial	s		$\underline{u}_s = u_\alpha + ju_\beta$	Phaseur spatial dans un référentiel fixe.
262	phaseur spatial	r		$\underline{u}_r = u_d + ju_q$	Phaseur spatial dans un référentiel tournant.
263	composante active	P			
264	composante non active	Q			

6.2 Indices pour les conditions de fonctionnement

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
265	général	a ... z			Utiliser des lettres minuscules pour les modes de fonctionnement.
266	actionné	a		I_a	S'applique à un dispositif de protection
267	coupé	b		I_b	Courant coupé d'un disjoncteur. Voir n° 105.
268	défaut à la terre	e		I_{Ce}	Dans les réseaux à neutre isolé ou les réseaux compensés par bobine d'extinction. Voir n° 107 et aussi n° 125.
269	induit	in		U_{in}	Tension induite.
270	court-circuit triphasé	k	k3	I_k, I_k'', I_{k3}''	Dans le cas d'un court-circuit triphasé, l'indice additionnel 3 n'est pas nécessaire (CEI 60909-0). Voir les numéros 112 à 114.
271	court-circuit phase-terre	k1		I_{k1}''	CEI 60909 VEI 195-04-12
272	court-circuit entre phases	k2		I_{k2}''	CEI 60909-0
273	court-circuit entre phases avec connexion à la terre	k2E		I_{k2EL2}'', I_{k2EL3}''	I_{kE2E}'' : courant circulant à travers la terre dans le cas d'un court-circuit entre phases avec connexion à la terre (CEI 60909-0).
274	maximal	max	m	U_{max}, U_m	U_m : tension maximale admissible en régime permanent.
275	minimal	min			
276	nominal	n	nom		
277	surtension	o	ov	u_o	Valeur instantanée d'une surtension.
278	de crête	p		i_p	Voir les numéros 118, 120.
279	assigné	r	rat		
280	saturé	sat		X_{dsat}	
281	thermique	th		I_{th}	Voir n° 129.
282	à vide	0		I_{0M}	Courant à vide d'un moteur.

6.3 Indices pour les appareils électriques

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
283	général	A ... Z		U_{rT2HV}	Utiliser des lettres majuscules pour les matériels électriques ou leurs parties.
284	moteur asynchrone	ASM	IM		IM: moteur à induction.
285	faisceau de conducteurs	B			VEI 466-10-22, VEI 466-10-23, VEI 466-10-24.

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
286	transformateur de courant	CT		I_{CT}	
287	générateur, génératrice	G		U_{rG}	VEI 151-13-35
288	génératrice de courant continu	G –			
289	alternateur	G ~			
290	alternateur triphasé	G3 ~			
291	ligne à isolation gazeuse	GIL			VEI 601-03-06
292	poste de sectionnement à isolation gazeuse	GIS			
293	liaison à haute tension continue	HVDC		P_{HVDC}	VEI 601-04-01
294	onduleur	IN			VEI 151-13-46
295	ligne aérienne, câble	L		X'_L	réactance linéique directe: $X'_L = X'_{1L}$
296	conducteurs de ligne	L1, L2, L3		I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}	
297	moteur	M		I_{rM}	
298	moteur à courant continu	M –	DCM		
399	moteur à courant alternatif	M ~	ACM		
300	moteur triphasé	M3 ~			
301	machine	MA		r'_{MA}	VEI 151-13-39, machine électrique.
302	réseau	N			
303	conducteur neutre	N			Dans les réseaux à basse tension.
304	conducteur de protection	PE			Dans les réseaux à basse tension, VEI 195-02-09.
305	conducteur PEN	PEN			Dans les réseaux à basse tension, VEI 195-02-12.
306	centrale électrique	PS	S	S_{PS}, S_S	Puissance apparente du côté haute tension du transformateur de tranche d'une centrale électrique. VEI 603-01-01.
307	câble de garde	Q		d_{Q1L1}	S'il y a plus d'un câble de garde, utiliser: Q1, Q2, ... Qn
308	(bobine d') inductance	R	Re		
309	rotor	R			
310	redresseur	RF			VEI 151-13-45
311	stator	S			Stator d'une machine électrique ou d'une turbine. VEI 811-14-01.

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
312	protection (électrique) par écran	S	Si et Sh	I_{S1}, I_{S2}, I_{S3}	Exemple: courants dans le cas de trois câbles unipolaires.
313	générateur synchrone	SG			
314	moteur synchrone	SM			
315	machine synchrone	SMA			
316	déphaseur synchrone	SPH			VEI 151-13-47.
317	transformateur	T		S_{rT}	Voir les numéros 130, 132, 163, 252, 253.
318	transformateur de tranche, transformateur de groupe	UT	BT	U_{rUTLV}	
319	transformateur de tension	VT		U_{rVT}	
320	enroulement	W			

6.4 Indices pour les emplacements, les points de références et la localisation des défauts

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
321	emplacement des centrales	A ... Z		centrale A	Emplacement des centrales ou de leurs parties.
322	terre	E	G		G: ground (usage US)
323	localisation d'un défaut, localisation d'un court-circuit	F		I''_{kF1}	Dans le cas de plusieurs défauts: F1, F2, F3, ... F _n .
324	côté haute tension	HV	HT	U_{rTHV}	
325	côté basse tension	LV	BT	U_{rTLV}	
326	côté moyenne tension	MV	MT	U_{rTMV}	
327	point neutre	N		U_N	VEI 601-02-22: point neutre dans un réseau polyphasé.
328	point de connexion, pôle	P	K		VEI 601-03-11: pôle d'un appareil.
329	point de connexion d'un réseau	Q	Q1, Q2, Q _n	S''_{kQ}	Exemple: puissance de court-circuit au point de connexion Q d'un réseau.
330	terre de référence	RE	BE		
331	points de connexion d'appareils alternatifs triphasés	U, V, W	u, v, w or x, y, z		Générateurs, moteurs, transformateurs, inductances, etc. dans des réseaux alternatifs triphasés, si nécessaire avec accessoires.

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
332	nœud commun	Y		U_Y	Point commun à des éléments à deux bornes (enroulements) connectés en étoile.
333	référence au neutre dans un système direct, inverse, homopolaire	01 02 00			Dans le cas de composantes symétriques selon n° 256.

6.5 Exposants

N°	Signification	Symbole principal	Symbole de réserve	Exemple d'utilisation	Observations
334	après	a	n		
335	avant	b	v	I_G^b	Courant dans un générateur avant un court-circuit.
336	linéique	,		X_L'	
337	transitoire	,		X_d', T_d'	
338	subtransitoire	''		X_d'', T_d''	
339	semi-relatif	* avant le symbole		$* X_T = \frac{u_{kr}}{S_{rT}}$	Les grandeurs semi-relatives sont utilisées comme des grandeurs réduites dans les calculs de réseaux.

6.6 Indices multiples et leur succession

N°	Position	Signification	Article	Exemple (observations)
340	1	grandeur naturelle ou composante modale	6.2	U_1 (système direct)
341	2	condition de fonctionnement	6.2	U_{1k1} (lors d'un court-circuit phase-terre)
342	3	appareil électrique	6.3	U_{1k1T4} (sur le quatrième transformateur)
343	4	localisation	6.4	$U_{1k1T4HV}$ (du côté haute tension)
344	5	indication additionnelle	—	$U_{1k1T4HV\max}$ (valeur la plus élevée)

$U_{1k1T4HV\max}$: Valeur la plus élevée de la tension directe, lors d'un court-circuit phase-terre, du côté haute tension sur le quatrième transformateur.

Si nécessaire, insérer un petit espace entre les différents indices.

Bibliographie

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch