

INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

IEC
34-10

Première édition
First edition
1975-01

Machines électriques tournantes

Dixième partie:
Conventions relatives à la description
des machines synchrones

Rotating electrical machines

Part 10:
Conventions for description
of synchronous machines



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 34-10: 1975

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les catalogues consolidés de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous :

« Site web » de la CEI*

Catalogue des publications de la CEI
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*

Bulletin de la CEI
Disponible à la fois au « site web » de la CEI* et comme périodique imprimé

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse « site web » sur la page de titre.

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

34-10

Première édition
First edition
1975-01

Machines électriques tournantes

**Dixième partie:
Conventions relatives à la description
des machines synchrones**

Rotating electrical machines

**Part 10:
Conventions for description
of synchronous machines**

© IEC 1975 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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



Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
Ensemble	4
Ensemble	4
Ensemble	
1. Objet	6
2. Diagrammes vectoriels	6
3. Description mathématique des machines synchrones	10
Annexe A	16
Annexe B	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Contents	
1 Subject	7
2 Block diagrams	7
3 Mathematical description of synchronous machines	11
APPENDIX A	16
APPENDIX B	19

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones

PRÉAMBULE

1. Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
2. Les décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
3. Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité 2G: Grandeurs des machines synchrones et des machines à induction, du Comité d'Etudes N° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Elle fait partie d'une série de publications traitant des machines électriques tournantes dont les autres parties sont:

- première partie: Valeurs nominales et caractéristiques de fonctionnement, éditée comme Publication 34-1 de la CEI.
- deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction), éditée comme Publication 34-2 de la CEI.
- troisième partie: Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-machines triphasées à 50 Hz, éditée comme Publication 34-3 de la CEI.
- quatrième partie: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, éditée comme Publication 34-4 de la CEI.
- cinquième partie: Degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes, éditée comme Publication 34-5 de la CEI.
- sixième partie: Modes de refroidissement des machines tournantes, éditée comme Publication 34-6 de la CEI.
- septième partie: Symboles pour les formes de construction et les dispositions de montage des machines électriques tournantes, éditée comme Publication 34-7 de la CEI.
- huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes, éditée comme Publication 34-8 de la CEI.
- neuvième partie: Limites du bruit, éditée comme Publication 34-9 de la CEI.

Les projets de cette publication, préparés sur la base de principes essentiels et conventions adoptés à la réunion tenue à Tokyo en 1965, ont été discutés lors des réunions tenues à Rome en 1967 et à Paris en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet (document 2G(Bureau Central)10, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Autriche	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Corée (République)	Suisse
démocratique populaire de)	Tchécoslovaquie
Danemark	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

Les Pays-Bas, qui ont soumis un vote négatif, sont d'avis qu'il existe un conflit entre la convention concernant le signe principal pour la force électromotrice (f.é.m.) (paragraphe 2.1, point g) et la convention de base «moteur». Du fait de cette observation et de remarques analogues de la part de l'Allemagne et de la Suisse, qui ont néanmoins voté favorablement, certaines explications relatives à la f.é.m., à la tension, au courant et à la puissance, aux sens de référence et à leur corrélation mutuelle, ont été introduites dans la présente publication.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 10: Conventions for description of synchronous machines

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication has been prepared by Sub-Committee 2G, Synchronous and Induction Machine Quantities, of IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery.

It constitutes part of a series of publications dealing with rotating electrical machinery, other parts being:

- Part 1: Rating and performance, issued as IEC Publication 34-1.
- Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles), issued as IEC Publication 34-2.
- Part 3: Rating and characteristics of three-phase, 50-Hz turbine-type machines, issued as IEC Publication 34-3.
- Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests, issued as IEC Publication 34-4.
- Part 5: Measures of protection by enclosures for rotating machinery, issued as IEC Publication 34-5.
- Part 6: Methods of cooling rotating machinery, issued as IEC Publication 34-6.
- Part 7: Symbols for types of construction and mounting arrangements of rotating electrical machinery, issued as IEC Publication 34-7.
- Part 8: Terminal markings and direction of rotation of rotating machines, issued as IEC Publication 34-8.
- Part 9: Motor limits, issued as IEC Publication 34-9.

Drafts of this publication, prepared on the basis of essential principles and conventions agreed at the meeting held in Tokyo in 1965, were discussed during the meetings held in Rome in 1967 and in Paris in 1970. As a result of the latter meeting, a new draft, document 60034-10, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Poland
Austria	Portugal
Belgium	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Korea (Democratic People's	Yugoslavia
Republic of)	

The Netherlands, having cast a negative vote, is of the opinion that there is a conflict between the main sign convention for the electromotive force (e.m.f.) (Clause 2.1, Item g) and the motor convention as a base. In view of this and similar comments received from Germany and Switzerland, which nevertheless voted positively, some additional clarifications concerning e.m.f., voltage, current and power reference directions and their mutual correlation have been introduced in the final text of this publication.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES

Dixième partie: Conventions relatives à la description des machines synchrones

1. Objet

L'objet de la présente norme est d'établir certaines conventions concernant la description des machines synchrones, en liaison avec les conventions admises pour les circuits électriques et magnétiques.

2. Diagrammes vectoriels

Les conventions principales suivantes concernant le sens de référence et les conventions de signe nécessaires à la présentation des diagrammes vectoriels des machines synchrones sont recommandées:

- a) le sens de rotation positif de l'ensemble du diagramme vectoriel avec ses axes est le sens antihoraire; le même sens est considéré comme positif pour les mesures d'angle;
 - b) l'axe longitudinal présente par rapport à l'axe transversal une avance de phase de 90 degrés électriques;
 - c) le flux magnétique (flux d'enroulement) et la force magnétomotrice de tout enroulement (circuit) sont considérés comme positifs lorsque leur sens coïncide avec le sens positif de l'axe correspondant;
 - d) les composantes d'un vecteur sont considérées comme positives lorsque leur sens coïncide avec le sens positif de l'axe correspondant;
 - e) l'orientation du vecteur représentant la force magnétomotrice de l'enroulement d'excitation d'axe longitudinal coïncide avec le sens positif de l'axe longitudinal;
 - f) un courant est considéré comme positif lorsqu'il produit un flux magnétique (flux d'enroulement) positif dans l'enroulement (circuit) correspondant;
 - g) la f.é.m. induite est de polarité telle qu'elle s'oppose à toute variation du flux d'enroulement et satisfait à l'équation $e = -\frac{d\psi}{dt}$ (pour les régimes permanents à vitesse angulaire constante, la f.é.m. induite peut également être représentée par $E = -j\omega\psi$).
- Cette convention en combinaison avec la convention « f » signifie que la f.é.m. dans une branche quelconque d'un circuit est considérée comme positive lorsqu'elle est fermée sur une résistance; elle produit un courant positif dans la même branche;
- h) les composantes longitudinales et transversales de toutes les grandeurs (courant, tension, f.é.m., etc.) sont définies en fonction des axes auxquels elles se rapportent.

L'utilisation de la convention prenant comme base le fonctionnement en génératrice (ou source) est préférée.

La figure 1, page 8, représente le diagramme d'induit correspondant, avec les polarités de référence des f.é.m., des tensions, des courants et de la puissance, ainsi que le diagramme vectoriel dans le cas d'une génératrice synchrone à pôles saillants. L'axe transversal est recommandé comme axe de référence pour le diagramme vectoriel. Lorsque la machine fait partie d'un système, tout autre axe de référence plus commode (tension aux bornes, courant, etc., par exemple) peut toutefois être utilisé. Le fonctionnement est supposé permanent et équilibré. Cependant, les vecteurs représentant les f.é.m. transitoires et subtransitoires sont indiqués.

Les axes triphasés stationnaires A, B et C sont représentés par des traits discontinus afin de montrer la relation entre les axes stationnaires et les vecteurs tournants et de faciliter la détermination des valeurs instantanées de chaque f.é.m., courant, etc.

L'utilisation de la convention prenant comme base le fonctionnement en moteur (ou en charge) peut être pratique lors d'études limitées aux moteurs. Le diagramme vectoriel correspondant dans le cas d'un moteur synchrone à pôles saillants est représenté à la figure 2, page 9. Comme dans le cas de la convention prenant comme base le fonctionnement en génératrice, l'axe transversal est recommandé comme axe de référence.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES

Part 10: Conventions for description of synchronous machines

Object

The object of this standard is to establish certain conventions concerning the description of synchronous machines, in correlation with accepted conventions concerning electric and magnetic circuits.

Phasor diagrams

1. The following main reference direction and sign conventions necessary for drawing phasor diagrams of synchronous machines are recommended:

- the positive direction of rotation of the whole phasor diagram including its axes is counter-clockwise; the same direction is taken as a positive one for angle measurements;
- the direct axis leads the quadrature axis by 90 electrical degrees;
- the magnetic flux (flux linkage) and the magnetomotive force of any winding (circuit) are taken as positive when their directions coincide with the positive direction of the corresponding axis;
- the components of a phasor are taken as positive when their direction coincides with the positive direction of the corresponding axis;
- orientation of the direct axis magnetomotive force phasor of the excitation winding coincides with the positive direction of the direct axis;
- a current is considered positive when it produces positive magnetic flux (flux linkage) in the corresponding winding (circuit);
- the induced e.m.f. is of such a polarity as to oppose a change in flux linkages and satisfies the equation
$$e = -\frac{d\psi}{dt}$$
 (for steady-state phenomena with constant angular velocity, induced e.m.f. may also be represented as $E = -j\omega\psi$).

This convention in connection with the "f" convention means that the e.m.f. in any branch of a circuit is considered as positive when being closed on a resistance; it produces the positive current in the same branch;

- the direct and quadrature axis components of all the quantities (current, voltage, e.m.f., etc.) are designated according to the axes they are referred to.

2. The use of generator (or source) convention as a base is preferred.

The corresponding armature circuit diagram of reference polarity of e.m.f., voltage, current and power and the phasor diagram for an overexcited salient pole synchronous generator are shown in Figure 1, page 8. The quadrature axis is recommended as reference axis in the phasor diagram. However, when the machine forms part of a system, any other convenient reference axis (for example terminal voltage, current, etc.) may be used. Symmetrical steady-state conditions of operation are considered. However, the corresponding phasors of transient and sub-transient e.m.f. are shown.

The stationary three axes A, B and C are shown in broken lines so as to illustrate the relationship of the stationary and rotating phasors, facilitating determination of instantaneous phase quantities of e.m.f., current, etc.

The use of a motor (or load) convention as a base may be convenient in cases of motor studies only. The corresponding phasor diagram for an underexcited synchronous motor is shown in Figure 2, page 9. Here, as in the case of generator convention, the quadrature axis is recommended as reference axis.