

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60034-26

Première édition
First edition
2002-05

Machines électriques tournantes –

Partie 26:

**Effets d'un système de tensions déséquilibrées
sur les caractéristiques de fonctionnement des
moteurs asynchrones triphasés**

Rotating electrical machines –

Part 26:

**Effects of unbalanced voltages on the performance
of three-phase induction motors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 60034-26:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60034-26

Première édition
First edition
2002-05

Machines électriques tournantes –

Partie 26:

**Effets d'un système de tensions déséquilibrées
sur les caractéristiques de fonctionnement des
moteurs asynchrones triphasés**

Rotating electrical machines –

Part 26:

**Effects of unbalanced voltages on the performance
of three-phase induction motors**

© IEC 2002 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

H

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Effets des tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement	10
3.1 Courants	10
3.2 Couples.....	10
3.3 Vitesse à pleine charge	10
4 Réduction de la charge du moteur pour prévenir l'échauffement.....	12
Annexe A (informative) Exemple pratique	14
Figure 1 – Valeurs types de réduction de la charge de conception N, moteurs asynchrones triphasés à cage dans le cadre du domaine d'application de la CEI 60034-12	12
Figure A.1 – Schéma de phaseur	14

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Effects of unbalanced voltages on performance.....	11
3.1 Currents	11
3.2 Torques.....	11
3.3 Full-load speed.....	11
4 Derating of motor to prevent overheating.....	13
Annex A (informative) Worked example	15
Figure 1 – Typical values of derating of design N, three-phase cage induction motors within the scope of IEC 60034-12.....	13
Figure A.1 – Phasor diagram	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 26: Effets d'un système de tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés

AVANT PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des normes internationales. En des circonstances exceptionnelles, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique dans les cas suivants:

- le soutien nécessaire ne peut pas être obtenu pour la publication d'une norme internationale, malgré des efforts répétés, ou
- le sujet est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, il existe une possibilité à long terme mais non immédiate d'un accord sur une norme internationale.

Les spécifications techniques sont soumises à révision dans la période de trois ans qui suit la publication, afin de déterminer si elles peuvent être transformées en normes internationales.

La CEI 60034-26, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 2: Machines tournantes.

Cette Spécification technique annule et remplace le Rapport technique CEI 60892 publié en 1987.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance
of three-phase induction motors**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 60034-26, which is a technical specification, has been prepared IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This Technical Specification cancels and replaces the Technical Report IEC 60892 published in 1987.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
2/1118/CDV	2/1158A/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.

La présente publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de novembre 2002 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-26:2002

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
2/1118/CDV	2/1158A/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification 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 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of November 2002 have been included in this copy.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-26:2002

INTRODUCTION

Lorsque les tensions en ligne appliquées à un moteur asynchrone triphasé à cage ne sont pas égales, les courants dans les enroulements statoriques seront également inégaux. Un déséquilibre de tension d'un pourcentage réduit aboutit à un déséquilibre de courant d'un pourcentage encore plus important.

L'application de tensions déséquilibrées à un moteur asynchrone triphasé entraîne une tension inverse, et cela produit dans l'entrefer un flux tournant contre la rotation du rotor, tendant par-là même à produire des courants élevés. Une tension inverse réduite peut produire des courants dans les enroulements dépassant considérablement ceux qui sont présents dans des conditions de tensions équilibrées. En conséquence, l'augmentation de température du moteur fonctionnant à une charge spécifique et le déséquilibre de tension en pourcentage seront supérieurs à ceux concernant le moteur fonctionnant dans les mêmes conditions avec des tensions équilibrées.

Les méthodes analytiques et graphiques utilisées pour le calcul des composants symétriques à partir des lectures de tension des trois phases sont notoires et peuvent être relevées dans les ouvrages. Ainsi, les programmes de calcul ne sont pas incorporés dans la présente spécification. De plus, l'évaluation des composants symétriques peut être réalisée automatiquement par l'instrumentation moderne.

INTRODUCTION

When the line voltages applied to a three-phase cage induction motor are not equal, the currents in the stator windings will also be unequal. A small percentage voltage unbalance will result in a much larger percentage current unbalance.

The application of unbalanced voltages to a three-phase induction motor introduces a negative sequence voltage, and this produces in the air gap, a flux rotating against the rotation of the rotor, thus tending to produce high currents. A small negative sequence voltage may produce currents in the windings considerably in excess of those present under balanced voltage conditions. Consequently, the temperature rise of the motor operating at a particular load and percentage voltage unbalance will be greater than for the motor operating under the same conditions with balanced voltages.

The analytical and graphical methods used to calculate the symmetrical components from the voltage readings of the three phases are well known and can be taken from textbooks. Thus, the calculation schemes are not incorporated in this specification. Moreover, the evaluation of the symmetrical components can be done automatically by modern instrumentation.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 26: Effets d'un système de tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés

1 Domaine d'application

La présente spécification technique décrit les effets des tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés à cage.

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 60034-12, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse*

3 Effets des tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement

Les effets des tensions déséquilibrées sur les caractéristiques de fonctionnement du moteur sont décrits de 3.1 à 3.3.

3.1 Courants

Les courants en vitesse de fonctionnement normale seront considérablement déséquilibrés de l'ordre d'environ 6 à 10 fois le déséquilibre de tension.

Le courant à rotor bloqué est déséquilibré au même degré que les tensions sont déséquilibrées, mais la puissance apparente du rotor bloqué n'augmente que légèrement.

3.2 Couples

Les couples à rotor bloqué, minimaux et de décrochage, diminuent lorsque les tensions sont déséquilibrées. Si le déséquilibre de tension était extrêmement sévère, les couples pourraient ne pas être appropriés pour l'application.

3.3 Vitesse à pleine charge

La vitesse à pleine charge est légèrement réduite lorsque le moteur fonctionne avec des tensions déséquilibrées.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase induction motors

1 Scope

This technical specification describes the effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors.

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 60034-12, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

3 Effects of unbalanced voltages on performance

The effects of unbalanced voltages on motor performance are as described in 3.1 to 3.3.

3.1 Currents

The currents at normal operating speed will be greatly unbalanced in the order of approximately 6 to 10 times the voltage unbalance.

The locked-rotor current will be unbalanced to the same degree that the voltages are unbalanced, but the locked-rotor apparent power will increase only slightly.

3.2 Torques

The locked-rotor, pull-up and breakdown torques are decreased when the voltages are unbalanced. If the voltage unbalance should be extremely severe, the torques might not be adequate for the application.

3.3 Full-load speed

The full-load speed is reduced slightly when the motor operates with unbalanced voltages.

4 Réduction de la charge du moteur pour prévenir l'échauffement

Lorsqu'un moteur à courant alternatif utilisé sur une alimentation électrique de fréquence assignée est connecté à un système de tension triphasé ayant une composante inverse dépassant 1 % de la composante directe des tensions sur une longue période, (au moins la constante de temps thermique de la machine), la puissance autorisée du moteur est inférieure à la puissance assignée pour réduire la possibilité de dommages au moteur. Le facteur de charge pour moteurs de conception N dans le cadre du domaine d'application de la CEI 60034-12 est donné en figure 1. Le fonctionnement du moteur au-dessus d'un état de déséquilibre de tension de 5 % n'est pas recommandé.

Les composantes inverses de tension produisent dans l'entrefer un flux effectuant une rotation contre la rotation du rotor. Une petite composante inverse de la tension peut produire des courants dans l'enroulement dépassant considérablement ceux qui sont présents dans des conditions de tension équilibrée. De plus, dans le cas de cages avec déplacement de courant, l'augmentation des pertes d'enroulement du rotor est substantiellement plus élevée que l'augmentation des pertes de l'enroulement statorique du fait de courants du rotor de presque deux fois la fréquence assignée.

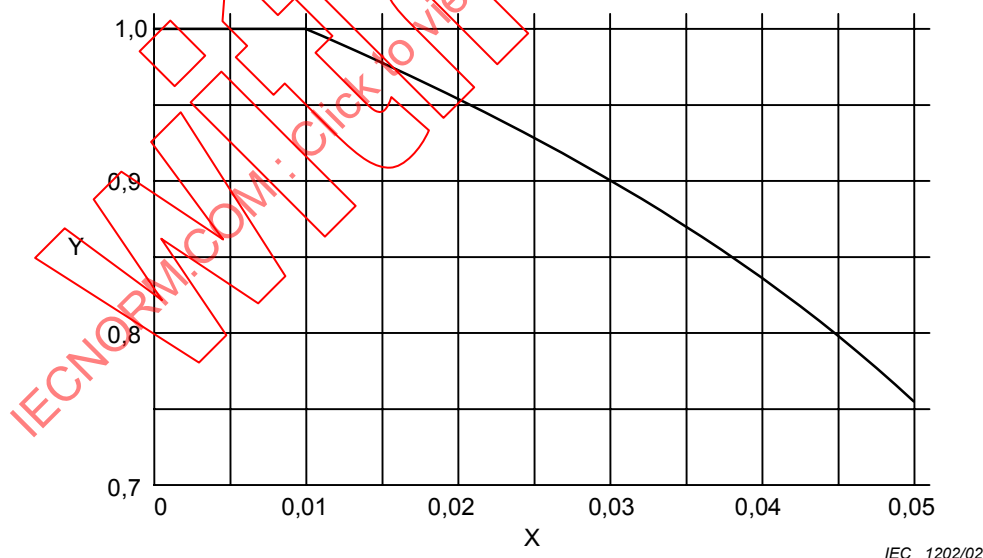
Le facteur de déséquilibre f_u en figure 1 est défini comme suit:

$$f_u = U_2/U_1$$

où

U_2 est la valeur efficace de la composante inverse de la tension d'alimentation;

U_1 est la valeur efficace de la composante directe de la tension d'alimentation



Légende

L'axe X est le déséquilibre de tension (f_u)

L'axe Y est le facteur de charge

Figure 1 – Valeurs types de réduction de la charge de conception N, moteurs asynchrones triphasés à cage dans le cadre du domaine d'application de la CEI 60034-12

4 Derating of motor to prevent overheating

When an a.c. motor for use on a power supply of rated frequency is connected to a three-phase voltage system having a negative-sequence component exceeding 1 % of the positive-sequence component of the voltages over a long period, (at least the thermal time constant of the machine), the permissible power of the motor is less than the rated power to reduce the possibility of damage to the motor. The derating factor for motors of design N within the scope of IEC 60034-12 is given in figure 1. Operation of the motor above a 5 % voltage unbalance condition is not recommended.

The negative sequence components of the voltage produce in the air gap a flux rotating against the rotation of the rotor. A small negative-sequence component of the voltage may produce currents in the winding considerably in excess of those present under balanced voltage conditions. In addition, in the case of cages with current displacement, the increase of the rotor winding losses is substantially higher than the increase of the stator winding losses due to rotor currents of nearly twice rated frequency.

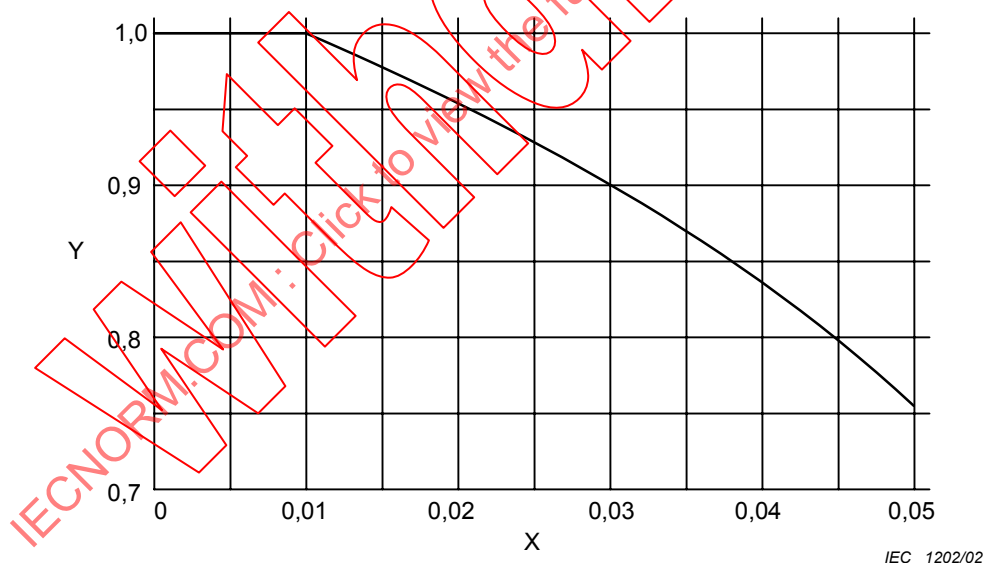
The unbalance factor f_u in figure 1 is defined as:

$$f_u = U_2/U_1$$

where

U_2 is the r.m.s. value of the negative-sequence component of the supply voltage;

U_1 is the r.m.s. value of the positive-sequence component of the supply voltage.



Key

X axis is voltage unbalance (f_u)

Y axis is the derating factor

Figure 1 – Typical values of derating of design N, three-phase cage induction motors within the scope of IEC 60034-12

Annexe A (informative)

Exemple pratique

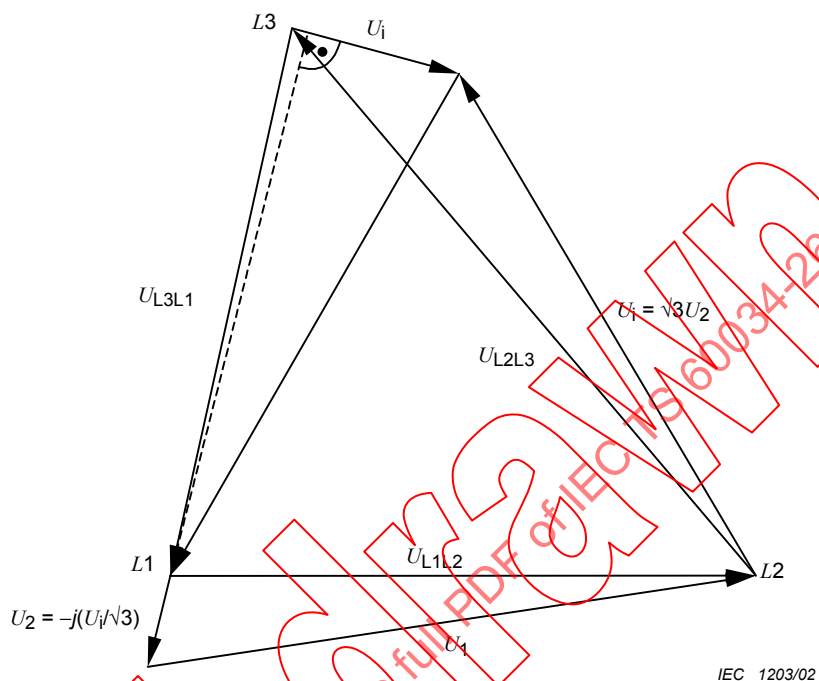


Figure A.1 – Schéma de phaseur

Méthode graphique pour déterminer la composante directe U_1 et la composante inverse U_2 à partir du schéma phaseur des tensions déséquilibrées U_{L1L2} , U_{L2L3} et U_{L3L1} .

Exemple:

$U_{L1L2} =$	400 V
$U_{L2L3} =$	484 V
$U_{L3L1} =$	387 V

La méthode graphique donne les résultats suivants:

$$\begin{aligned}
 U_2 &= 64 \text{ V} \\
 U_1 &= 419 \text{ V} \\
 f_u &= U_2/U_1 = 15,2 \%
 \end{aligned}$$

Annex A (informative)

Worked example

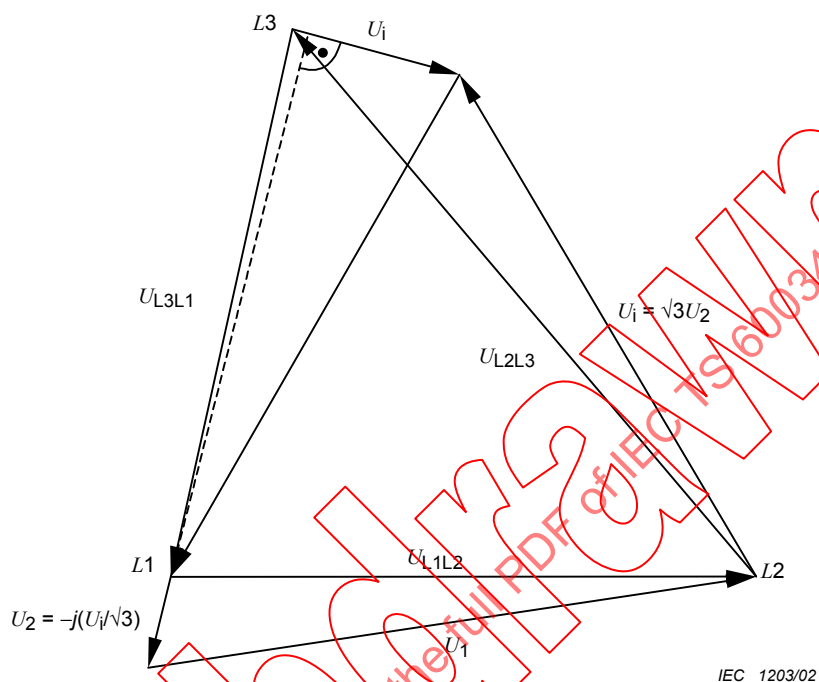


Figure A.1 – Phasor diagram

Graphical method to determine the positive-sequence component U_1 and the negative-sequence component U_2 from the phasor diagram of the unbalanced voltages U_{L1L2} , U_{L2L3} , U_{L3L1} .

Example:

U_{L1L2}	=	400 V
U_{L2L3}	=	484 V
U_{L3L1}	=	387 V

The graphical method results in:

$$\begin{aligned}
 U_2 &= 64 \text{ V} \\
 U_1 &= 419 \text{ V} \\
 f_u &= U_2/U_1 = 15,2 \%
 \end{aligned}$$

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-26:2002

Withdrawn



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembe
1211 GENEVA 20
Switzerland

