

INTERNATIONALE

IEC

**INTERNATIONAL  
STANDARD**

**60310**

Troisième édition  
Third edition  
2004-02

---

---

**Applications ferroviaires –  
Transformateurs de traction et bobines  
d'inductance à bord du matériel roulant**

**Railway applications –  
Traction transformers and inductors  
on board rolling stock**

© IEC 2004 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 Varembe, 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

U

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
1 Domaine d'application .....	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes et définitions .....	10
3.1 Définitions relatives aux transformateurs .....	10
3.2 Définitions relatives aux bobines d'inductance.....	10
3.3 Définitions relatives aux inductances.....	12
4 Prises.....	14
4.1 Prise principale .....	14
5 Tensions assignées des enroulements d'un transformateur .....	14
5.1 Tension assignée côté ligne .....	14
5.2 Tension assignée secondaire .....	16
6 Puissance assignée.....	16
7 Refroidissement .....	16
7.1 Désignation des transformateurs et des bobines d'inductance selon le mode de refroidissement.....	16
8 Limites d'échauffement.....	18
8.1 Classification des matériaux isolants .....	18
8.2 Limites d'échauffement.....	20
9 Plaques signalétiques.....	22
9.1 Plaque signalétique de transformateur .....	22
9.2 Plaque signalétique de bobine d'inductance .....	22
10 Essais .....	24
10.1 Catégories d'essais .....	24
10.2 Essais des transformateurs .....	24
10.3 Inductances.....	42
 Annexe A (informative) Liste des points pour lesquels un accord entre l'exploitant et le constructeur est nécessaire ou pour lesquels des informations ou spécifications complémentaires doivent être données par l'exploitant ou le constructeur.....	 52
 Tableau 1 – Symboles littéraux.....	 16
Tableau 2 – Ordre des symboles .....	18
Tableau 3 – Limites d'échauffement (K).....	20
Tableau 4 – Liste des vérifications et des essais à effectuer sur les transformateurs de traction .....	26
Tableau 5 – Tolérances .....	26
Tableau 6 – Températures de référence .....	34
Tableau 7 – Tensions d'essais diélectriques des enroulements directement connectés à la ligne de contact.....	36
Tableau 8 – Tensions d'essai diélectriques $U'$ en volts (par tension induite ou par tension de source séparée) pour les autres enroulements (valeurs efficaces).....	38
Tableau 9 – Liste des vérifications et essais à effectuer sur les bobines d'inductance .....	42
Tableau 10 – Tolérances .....	42

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms and definitions .....	11
3.1 Definitions for transformers .....	11
3.2 Definitions for inductors.....	11
3.3 Definitions for inductance .....	13
4 Tappings .....	15
4.1 Principal tapping .....	15
5 Rated voltages of transformer windings .....	15
5.1 Rated line-side voltage.....	15
5.2 Rated secondary voltage .....	17
6 Rated power .....	17
7 Cooling.....	17
7.1 Identification of transformers and inductors according to cooling method.....	17
8 Limits of temperature rise .....	19
8.1 Classification of insulating materials.....	19
8.2 Limits of temperature-rise.....	21
9 Rating plates .....	23
9.1 Transformer rating plate .....	23
9.2 Inductor rating plate .....	23
10 Tests .....	25
10.1 Categories of tests .....	25
10.2 Tests on transformers .....	25
10.3 Tests on inductors.....	43
 Annex A (informative) List of items for which an agreement between user and manufacturer is needed or for which further information or specifications shall be given by the user or by the manufacturer .....	 53
 Table 1 – Letter symbols.....	 17
Table 2 – Order of symbols.....	19
Table 3 – Limits of temperature-rise (K).....	21
Table 4 – List of checks and tests to be made on traction transformers.....	27
Table 5 – Tolerances .....	27
Table 6 – Reference temperatures .....	35
Table 7 – Dielectric test voltages for windings directly connected to the contact line.....	37
Table 8 – Dielectric test voltage $U'$ in volts (induced voltage or separate source voltage withstand test) for other windings (r.m.s.) .....	39
Table 9 – List of checks and tests to be made on inductors.....	43
Table 10 – Tolerances .....	43

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –  
TRANSFORMATEURS DE TRACTION ET BOBINES D'INDUCTANCE  
À BORD DU MATÉRIEL ROULANT**

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 60310 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1991, dont elle constitue une révision technique. Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente: elle tient compte des nouvelles normes génériques ferroviaires, en particulier en ce qui concerne les conditions générales de service et les considérations de chocs et vibrations en faisant référence à la CEI 60077-1 et à la CEI 61373.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

### **RAILWAY APPLICATIONS – TRACTION TRANSFORMERS AND INDUCTORS ON BOARD ROLLING STOCK**

#### 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60310 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This third edition cancels and replaces the second edition issued in 1991 and constitutes a technical revision. This edition includes the following significant technical changes from the previous edition: it takes into account the new generic railway standards, more specifically general service conditions and shock and vibration considerations, referring to IEC 60077-1 and IEC 61373.

This is a preview of "IEC 60310 Ed. 3.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/780/FDIS	9/784/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2009. A cette date, la publication sera

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

This is a preview of "IEC 60310 Ed. 3.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

FDIS	Report on voting
9/780/FDIS	9/784/RVD

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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2009. At this date, the publication will be

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

## APPLICATIONS FERROVIAIRES – TRANSFORMATEURS DE TRACTION ET BOBINES D'INDUCTANCE À BORD DU MATÉRIEL ROULANT

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux transformateurs de traction à bord des matériels roulants et aux divers types de bobines d'inductances insérées dans les circuits de puissance ou auxiliaires des véhicules à moteurs électriques.

NOTE 1 Le terme «bobine d'inductance» est utilisé dans la présente norme avec la signification du terme anglais «reactor» dans la CEI 60050(421), la CEI 60050(811) et la CEI 60289.

Les bobines d'inductance mentionnées au premier alinéa peuvent être:

- des bobines d'inductance de filtrage;
- des bobines d'inductance de lissage;
- des bobines d'inductance de commutation;
- des bobines d'inductance de protection des convertisseurs statiques de puissance;
- les shunts inductifs des moteurs de traction;
- des bobines d'inductance utilisées pour les transitions entre crans des graduateurs;
- des bobines d'inductance des circuits de freinage;
- des bobines d'inductance d'antiparasitage.

NOTE 2 Les prescriptions de la CEI 60076 sont applicables aux transformateurs de traction dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec la présente norme ou avec les publications CEI spécialisées traitant des applications de traction.

NOTE 3 Pour les transformateurs et les bobines d'inductance des convertisseurs statiques de puissance, il convient de se reporter également à la CEI 61287.

La présente norme peut également être appliquée, après accord entre exploitant et constructeur, aux transformateurs de traction des véhicules à courant alternatif triphasé côté ligne et aux transformateurs insérés dans les circuits auxiliaires monophasés ou polyphasés des véhicules, exception faite des transformateurs de mesure et des transformateurs de puissance assignée inférieure à 1 kVA en monophasé ou à 5 kVA en polyphasé.

La présente norme ne couvre pas les accessoires tels que graduateurs, résistances, échangeurs de chaleur, ventilateurs, etc., destinés à être montés sur les transformateurs ou les bobines d'inductance et qui doivent être essayés séparément suivant les règles les concernant.

Lorsque les graduateurs font partie intégrante des transformateurs, ils ne peuvent en être séparés lorsqu'on essaie ces derniers.

Pour les conditions de service, se référer à la CEI 60077-1, Article 7.

### 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).



INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**RAILWAY APPLICATIONS –  
TRACTION TRANSFORMERS AND INDUCTORS  
ON BOARD ROLLING STOCK**

## **1 Scope**

This International Standard applies to traction transformers installed on board rolling stock and to the various types of inductors inserted in the power and auxiliary circuits of electric vehicles.

NOTE 1 The term "inductor" is used in this standard with the same meaning as the term "reactor" mentioned in IEC 60050(421), IEC 60050(811) and IEC 60289.

The inductors mentioned in the first paragraph may be:

- filter inductors;
- smoothing inductors;
- commutation inductors;
- protection inductors in static power convertors;
- inductive shunts for traction motors;
- inductors used for transition between tap changer notches;
- braking circuit inductors;
- interference suppression inductors.

NOTE 2 The requirements of IEC 60076 are applicable to traction transformers where they do not conflict with this standard, or with the specialized IEC publications dealing with traction applications.

NOTE 3 For transformers and inductors for static power convertors, reference should also be made to IEC 61287.

This standard can also be applied, after agreement between user and manufacturer, to the traction transformers of three-phase a.c. line-side powered vehicles and to the transformers inserted in the single-phase or polyphase auxiliary circuits of vehicles, except for instrument transformers and transformers of a rated output below 1 kVA single-phase or 5 kVA polyphase.

This standard does not cover accessories such as tap changers, resistors, heat exchangers, fans, etc., intended for mounting on the transformers or inductors, which shall be tested separately according to relevant rules.

When tap changers are an integral part of the transformers, they cannot be separated while the latter are tested.

For service conditions, refer to IEC 60077-1, Clause 7.

## **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.

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60076-2:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60076-3:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air*

CEI 60076-5:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 60077-1:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60289:1988, *Bobines d'inductance*

CEI 60850:2000, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

CEI 61133:1992, *Traction électrique – Matériel roulant – Méthodes d'essai des véhicules ferroviaires électriques et thermo-électriques après achèvement et avant mise en service*

CEI 61287-1:1995, *Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant ferroviaire – Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essai*

CEI 61373:1999, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

### **3 Termes et définitions**

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60076 et de la CEI 60289, ainsi que les suivants s'appliquent.

#### **3.1 Définitions relatives aux transformateurs**

##### **3.1.1**

##### **classification des transformateurs**

selon les dispositions prévues pour le réglage en charge de la tension secondaire d'alimentation des circuits de traction, les transformateurs de traction peuvent être classés en:

- transformateurs à rapport fixe;
- transformateurs à réglage basse tension;
- transformateurs à réglage haute tension.

#### **3.2 Définitions relatives aux bobines d'inductance**

##### **3.2.1**

##### **classification des bobines d'inductance**

selon leur utilisation, les bobines d'inductance peuvent être classées comme suit:

- *Bobines d'inductance à courant alternatif*

Bobines d'inductance traversées par des courants alternatifs, telles que les bobines d'inductance de transition entre prises de gradateurs, les bobines d'inductance des circuits de freinage des moteurs à courant alternatif à collecteur, les bobines d'inductance d'antiparasitage, etc.

IEC 60076-1:1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-2:1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 60076-3:2000, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air*

IEC 60076-5:2000, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60077-1:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60289:1988, *Reactors*

IEC 60850:2000, *Railway applications – Supply voltage of traction systems*

IEC 61133:1992, *Electric traction – Rolling stock – Test methods for electric and thermal/electric rolling stock on completion of construction and before entry into service*

IEC 61287-1:1995, *Power convertors installed on board rolling stock – Part 1: Characteristics and test methods*

IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

### **3 Terms and definitions**

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60076 and IEC 60289 together with the following definitions apply.

#### **3.1 Definitions for transformers**

##### **3.1.1**

##### **classification of transformers**

depending on arrangements made for on-load variation of the secondary voltage of the traction circuits, traction transformers can be classified as:

- fixed ratio transformers;
- transformers with low-voltage tapping;
- transformers with high-voltage tapping.

#### **3.2 Definitions for inductors**

##### **3.2.1**

##### **classification of inductors**

according to their utilisation, inductors can be classified as follows:

- *Inductors for alternating current*

Inductors that carry alternating current, such as transition inductors used for transition between tappings of tap changers, inductors for a.c. commutator motor braking circuits, interference suppression inductors, etc.