

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60494-2

Première édition
First edition
2002-08

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Pantographes – Caractéristiques et essais –**

**Partie 2:
Pantographes pour métros et véhicules légers**

**Railway applications – Rolling stock –
Pantographs – Characteristics and tests –**

**Part 2:
Pantographs for metros and light rail vehicles**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60494-2:2002

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60494-2

Première édition
First edition
2002-08

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Pantographes – Caractéristiques et essais –**

**Partie 2:
Pantographes pour métros et véhicules légers**

**Railway applications – Rolling stock –
Pantographs – Characteristics and tests –**

**Part 2:
Pantographs for metros and light rail vehicles**

© 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

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	14
3.1 Généralités	14
3.2 Conception	14
3.3 Caractéristiques générales.....	18
4 Prescriptions techniques	18
4.1 Gabarit	18
4.2 Développement des pantographes	18
4.3 Valeurs électriques	20
4.4 Tolérances pour la force statique	20
4.5 Rigidité transversale	20
4.6 Tête de captage	20
4.7 Système de manœuvre	20
4.8 Dispositif d'abaissement automatique (ADD)	22
4.9 Masse du pantographe et force sur la toiture	22
4.10 Protection contre la corrosion.....	22
5 Marquage	22
6 Essais.....	22
6.1 Catégories d'essais.....	22
6.2 Essais généraux	24
6.3 Essais en fonctionnement	28
6.4 Essais d'endurance	28
6.5 Résistance aux chocs (essai de type, supplémentaire)	30
6.6 Essai de rigidité transversale (essai de type)	32
6.7 Essais d'étanchéité à l'air.....	32
6.8 Mesure des degrés de liberté de la tête de captage (essai individuel de série)	34
6.9 Essais de captage du courant (essai combiné)	34
6.10 Essais d'échauffement	34
7 Plan d'inspection.....	36
8 Fiabilité.....	36
8.1 Spécification	36
8.2 Démonstration de la fiabilité en service	36
9 Maintenance	36
9.1 Structure.....	36
9.2 Structure de la tête de captage	38
9.3 Maintenabilité	38
10 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	38
Annexe A (normative) Terminologie du pantographe	40
Annexe B (normative) Tolérances des forces statiques	42

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
3.1 General	15
3.2 Design	15
3.3 General characteristics	19
4 Technical requirements	19
4.1 Gauge	19
4.2 Extension of the pantographs	19
4.3 Electric values	21
4.4 Static force tolerances	21
4.5 Transverse rigidity	21
4.6 Collector head	21
4.7 Operating system	21
4.8 Automatic dropping device (ADD)	23
4.9 Pantograph mass and force on the roof	23
4.10 Protection against corrosion	23
5 Marking	23
6 Tests	23
6.1 Categories of tests	23
6.2 General tests	25
6.3 Operating tests	29
6.4 Endurance tests	29
6.5 Resistance to shocks (supplementary type test)	31
6.6 Transverse rigidity test (type test)	33
6.7 Air tightness tests	33
6.8 Measurement of degrees of freedom of collector head (routine test)	35
6.9 Current collection tests (combined test)	35
6.10 Heating tests	35
7 Inspection plan	37
8 Reliability	37
8.1 Specification	37
8.2 In-service reliability demonstration	37
9 Maintenance	37
9.1 Structure	37
9.2 Collector head structure	39
9.3 Maintainability	39
10 Electromagnetic compatibility (EMC)	39
Annex A (normative) Pantograph terminology	41
Annex B (normative) Static force tolerances	43

Annexe C (normative) Liste des essais	44
Annexe D (informative) Eléments à préciser dans les spécifications du client	46
Bibliographie	48
Figure 1 – Principe d'essai	32
Figure A.1 – Terminologie du pantographe	40
Figure B.1 – Tolérances des forces statiques	42
Tableau 1 – Déviation latérale de la tête de captage	20
Tableau 2 – Rigidité transversale	32
Tableau C.1 – Catalogue des essais	44

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

Without watermark

Annex C (normative) List of tests	45
Annex D (informative) Items to be specified in the customer specifications.....	47
Bibliography	49
Figure 1 – Test principle	33
Figure A.1 – Pantograph terminology	41
Figure B.1 – Static force tolerances	43
Table 1 – Lateral deviation of the collector head	21
Table 2 – Transverse rigidity.....	33
Table C.1 – Catalogue of tests.....	45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

Without watermark

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – PANTOGRAPHES – CARACTÉRISTIQUES ET ESSAIS –

Partie 2: Pantographes pour métros et véhicules légers

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 Norme internationale CEI 60494-2 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Avec la CEI 60494-1, cette norme annule et remplace la CEI 60494 (1974). Cette première édition de la CEI 60494-2 constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/680/FDIS	9/699/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –
PANTOGRAPHS – CHARACTERISTICS AND TESTS –****Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles**

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 International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60494-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

Together with IEC 60494-1, this standard cancels and replaces IEC 60494 (1974). This first edition of IEC 60494-2 constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
9/680/FDIS	9/699/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.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2009. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

La CEI 60494-2 fait partie d'une série de publications qui porte le titre général: *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et essais.*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

Withdrawn

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.

IEC 60494-2 forms part of a series of publications under the general title: *Railway applications – Rolling stock – Pantographs – Characteristics and tests*.

Withd
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

INTRODUCTION

L'alimentation électrique d'un engin de traction s'effectue par le captage du courant sur le fil de contact au moyen d'un ou plusieurs pantographes, installés sur l'engin de traction ou sur le véhicule.

La bande de frottement du pantographe, glissant sur le fil de contact, permet la transmission de l'énergie.

Le pantographe et la caténaire forment deux sous-systèmes oscillants qui peuvent se déplacer l'un par rapport à l'autre. Il existe, entre eux, une liaison glissante unilatérale, qui assure un contact continu. Leur conception minimise l'usure des deux sous-systèmes.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

INTRODUCTION

The electrical power supply of a tractive unit is achieved by the collection of current from the contact wire by means of one or more pantograph(s), installed on the traction unit or on the vehicle.

The contact strip of the pantograph which slides along the contact wire facilitates the transmission of power.

The pantograph and the catenary form two oscillating sub-systems which can be displaced. There exists a unilateral sliding linkage between them, which will ensure continuous contact. Their design will allow for minimum wear of both sub-systems when used.

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2002

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – PANTOGRAPHES – CARACTÉRISTIQUES ET ESSAIS –

Partie 2: Pantographes pour métros et véhicules légers

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60494 définit les caractéristiques générales de montage qui sont à appliquer aux pantographes pour métros et véhicules légers, afin de permettre le captage du courant sur la ligne aérienne de contact. Elle définit aussi les essais auxquels doivent être soumis les pantographes, à l'exclusion des isolateurs.

La présente norme ne s'applique pas aux essais de tenue en tension du pantographe, qui sont à effectuer lorsque celui-ci est monté sur le toit du véhicule.

Ces règles sont également valables pour les trolleybus, dans la mesure où elles sont applicables en pratique.

Cette norme ne s'applique pas aux pantographes utilisés sur les véhicules grandes lignes: ces pantographes sont traités dans la CEI 60494-1.

Cette norme concerne les systèmes à suspension conventionnelle pour lignes aériennes de contact et les accessoires. Les systèmes (ou parties de systèmes) à suspension rigide exigeront un traitement spécifique de la part du client et du fournisseur.

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 60050(811), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

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

CEI 60077-2, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 2: Composants électrotechniques – Règles générales*

CEI 60494-1, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et essais – Partie 2: Pantographes pour véhicules grandes lignes*

CEI 60529:2001, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

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

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

ISO 9001:2000, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK – PANTOGRAPHS – CHARACTERISTICS AND TESTS –

Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles

1 Scope

This part of IEC 60494 defines the general assembly characteristics which are to be applied to pantographs for metros and light rail vehicles, to enable current collection from the overhead line system. It also defines the tests the pantographs have to perform, excluding insulators.

This standard does not apply to pantograph dielectric tests, which are to be performed on the pantograph installed on the vehicle roof.

These rules in so far as they are applicable are also valid for trolley buses.

This standard does not apply to pantographs used on main line vehicles: these pantographs are considered in IEC 60494-1.

This standard relates to conventional suspended overhead line systems and accessories. The systems (or part of them) which are rigidly suspended will require special consideration between the customer and the supplier.

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 60050(811), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

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

IEC 60077-2, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 2: Electrotechnical components – General rules*

IEC 60494-1, *Railway applications – Rolling stock – Pantographs – Characteristics and tests – Part 1: Pantographs for main line vehicles*

IEC 60529:2001, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60850, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

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

ISO 9001:2000, *Quality management systems – Requirements*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60494, les définitions suivantes s'appliquent; pour les définitions des termes généraux utilisés, il convient de se référer à la CEI 60050-811.

3.1 Généralités

3.1.1

fournisseur

constructeur du pantographe

3.1.2

client

soit l'exploitant soit le constructeur du véhicule

3.1.3

pantographe (voir annexe A)

appareil qui capte le courant sur une ou plusieurs lignes de contact. Il est constitué d'un bâti, d'un système de manœuvre, d'un cadre et d'une tête de captage. Sa géométrie est variable. En position de «fonctionnement», l'appareil est entièrement ou partiellement sous tension. Il est uniquement isolé à ses interfaces, sur le toit du véhicule. Il est capable de transmettre le courant de la ligne de contact à l'appareillage électrique du véhicule.

3.2 Conception

Les définitions suivantes sont explicitées dans la figure de l'annexe A, à l'exception des repères 9, 15, 16, 17.

3.2.1

cadre (repère 1)

structure articulée qui est capable de déplacer verticalement la tête de captage par rapport au bâti du pantographe

3.2.2

bâti (repère 2)

partie fixe du pantographe qui supporte le cadre et qui est montée grâce à des isolateurs sur le toit du véhicule

3.2.3

tête de captage (repère 3)

partie du pantographe supportée par le cadre qui inclut les bandes de frottement, les cornes et peut inclure une suspension

3.2.4

bande de frottement (repère 4)

partie remplaçable de la tête de captage qui est l'interface avec la ligne aérienne de contact

3.2.5

cornes (repère 5)

extrémités de la tête de captage qui permettent un engagement doux avec le fil de contact

3.2.6

longueur de la tête de captage (repère 6)

dimension de la tête de captage mesurée horizontalement, transversalement par rapport au véhicule

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60494, the following definitions apply; for the definitions of general terms used, reference should be made to IEC 60050-811.

3.1 General

3.1.1

supplier

manufacturer of the pantograph

3.1.2

customer

either the operating authority or the vehicle manufacturer

3.1.3

pantograph (see annex A)

apparatus that collects current on one or more contact lines. It consists of a base frame, an operating system, a frame and a collector head. It is of variable geometry. In the “operating” position, the apparatus is entirely or partly under voltage. It is electrically insulated only generally at its interfaces, on the vehicle roof. It enables current to be transmitted from the overhead line to the vehicle electrical system

3.2 Design

The following definitions are related to the sketch in Annex A, except items 9, 15, 16, 17.

3.2.1

frame (item 1)

an articulated structure which enables the collector head to move in a vertical direction with respect to the base frame of the pantograph

3.2.2

base frame (item 2)

fixed part of the pantograph which supports the frame and is mounted on insulators fixed to the vehicle roof

3.2.3

collector head (item 3)

part of the pantograph supported by the frame which includes contact strips, horns and may include a suspension

3.2.4

contact strip (item 4)

replaceable wearing part of the collector head which interfaces with the overhead line

3.2.5

horns (item 5)

ends of the collector head which ensure smooth engagement with the contact wire

3.2.6

collector head length (item 6)

dimension of collector head measured horizontally transversely in relation to the vehicle

3.2.7

largeur de la tête de captage (repère 7)

dimension de la tête de captage mesurée longitudinalement par rapport au véhicule

3.2.8

hauteur de la tête de captage (repère 8)

distance verticale entre le point le plus bas des cornes et le point le plus haut des bandes de frottement

3.2.9

pivot de la tête de captage (repère 9)

axe de l'arbre anti-balançant de la tête de captage, s'il existe un pivot

3.2.10

longueur des bandes de frottement (repère 10)

longueur totale mesurée transversalement par rapport au véhicule

3.2.11

hauteur de la «position basse de travail» (repère 11)

distance verticale entre le plan de montage du pantographe au-dessus des isolateurs et le plan supérieur des bandes de frottement, le pantographe étant au niveau le plus bas lui permettant de capter le courant de par sa conception

3.2.12

hauteur de la «position haute de travail» (repère 12)

distance verticale entre le plan de montage du pantographe au-dessus des isolateurs et le plan supérieur des bandes de frottement, le pantographe étant au niveau le plus haut lui permettant de capter le courant de par sa conception

3.2.13

plage de développement (repère 13)

différence entre la hauteur de la «position haute de travail» et la hauteur de la «position basse de travail»

3.2.14

hauteur de la position de repos (repère 14)

distance verticale entre le plan de montage du pantographe au-dessus des isolateurs et le plan supérieur des bandes de frottement ou une autre partie de la structure du pantographe si celle-ci est plus haute (le pantographe étant en position de repos)

3.2.15

«épaisseur électrique» du pantographe (repère 15)

distance verticale entre la partie la plus haute et la partie la plus basse sous tension du pantographe en position de repos

3.2.16

système de manœuvre (repère 16)

dispositif qui fournit une force pour lever ou pour abaisser le pantographe

3.2.17

développement maximal (repère 17)

hauteur de développement maximal jusqu'aux butées mécaniques

3.2.18

plage de développement (E)

différence entre la hauteur de la position haute de travail (3.2.12) et la hauteur de la position de repos (3.2.14)

3.2.7**collector head width (item 7)**

dimension of collector head measured longitudinally in relation to the vehicle

3.2.8**collector head height (item 8)**

the vertical distance between the lowest point of the horns and the upper most point of the contact strips

3.2.9**collector head pivot (item 9)**

it is the pitching axis of the collector head, if any pivot is applied

3.2.10**length of contact strips (item 10)**

the total length measured transversely in relation to the vehicle

3.2.11**height at “lower operating position” (item 11)**

vertical distance between the pantograph mounting plane on the top of insulators and the upper surface of the contact strips, the pantograph being raised to the lowest level at which it is designed to collect current

3.2.12**height at “upper operating position” (item 12)**

vertical distance between the pantograph mounting plane on the top of insulators and the upper surface of the contact strips, the pantograph being raised to the highest level at which it is designed to collect current

3.2.13**working range (item 13)**

difference between the “upper operating position” height and the “lower operating position” height

3.2.14**housed height (item 14)**

vertical distance between the pantograph mounting plane on the top of insulators and the upper surface of the contact strips or any other part of the pantograph structure if higher (pantograph being in the housed position)

3.2.15**pantograph “electrical thickness” (item 15)**

vertical distance between the highest live part and the lowest live part of the pantograph at housed position

3.2.16**operating system (item 16)**

device which provides a force to raise or to lower the pantograph

3.2.17**maximum extension (item 17)**

maximum extended height to mechanical stops

3.2.18**extension range (E)**

difference between height at upper operating position (3.2.12) and housed height (3.2.14)

3.3 Caractéristiques générales

Toutes les caractéristiques générales sont définies dans les spécifications du client. Sauf spécifications contraires, les conditions d'environnement sont définies par la CEI 60077-1.

3.3.1

tension assignée, véhicule à l'arrêt

tension pour laquelle le pantographe est conçu

NOTE Les valeurs assignées sont des grandeurs généralement fixées par le constructeur.

3.3.2

courant assigné, véhicule à l'arrêt

valeur moyenne du courant supporté pendant 30 min par le pantographe à l'arrêt

3.3.3

courant maximal, véhicule à l'arrêt

valeur maximale du courant supporté par le pantographe à l'arrêt pour un temps donné dans la spécification du client

3.3.4

courant assigné, véhicule en circulation

courant capté via le pantographe de l'arrêt à la vitesse maximale du véhicule

3.3.5

force statique

force verticale exercée par la tête de captage sur la caténaire et fournie par le dispositif de levée du pantographe, lorsque celui-ci est levé et que le véhicule est à l'arrêt

3.3.6

force statique nominale

moyenne des valeurs réelles des forces statiques évaluée comme suit: les forces statiques sont mesurées d'une manière continue dans la plage de développement durant la montée (F_r) et la descente (F_l) du pantographe. Par convention, la force statique nominale en un point quelconque est égale à

$$\frac{F_r + F_l}{2}$$

4 Prescriptions techniques

4.1 Gabarit

Le pantographe, en position de repos et de travail, doit respecter le gabarit stipulé par les spécifications du client.

4.2 Développement des pantographes

Les spécifications du client doivent donner les valeurs relatives aux définitions 3.2.10 à 3.2.13. En l'absence de spécifications dans l'appel d'offre, lorsque le pantographe est levé ou abaissé, la trajectoire de la tête de captage au-delà de la plage de développement doit être conforme au tableau 1.

3.3 General characteristics

All general characteristics are defined in the customer specifications. Unless otherwise specified, environmental conditions are defined in IEC 60077-1.

3.3.1

rated voltage, vehicle at standstill

the voltage at which the pantograph is designed to function

NOTE Rated values are quantity values generally assigned by the manufacturer.

3.3.2

rated current, vehicle at standstill

average value of that current withstood for 30 min by the pantograph at standstill

3.3.3

maximum current, vehicle at standstill

maximum value of that current withstood by the pantograph at standstill for a time given in the customer specification

3.3.4

rated current, vehicle running

current collected via the pantograph from standstill to maximum speed of the vehicle

3.3.5

static force

the vertical force exerted upward by the collector head on the catenary, and caused by the pantograph raising device, whilst the pantograph is raised and the vehicle is at standstill

3.3.6

nominal static force

an average of the actual values of static forces evaluated as follows: the static forces are measured continually within the working range during raising (F_r) and lowering (F_l) operation. By convention, the nominal static force at any point is equal to

$$\frac{F_r + F_l}{2}.$$

4 Technical requirements

4.1 Gauge

The pantograph, at housed position and operating position, shall comply with the gauge specified in the customer specifications.

4.2 Extension of the pantographs

The customer specifications shall give the values in relationship with 3.2.10 to 3.2.13. In the absence of specifications in the tender documents, when the pantograph is raising or lowering, the collector head trajectory over the working range shall be in accordance with table 1:

Tableau 1 – Déviation latérale de la tête de captage

Plage de développement E	Déviation latérale maximale par rapport à la ligne verticale mm
$E < 1\text{m}$	10
$1\text{m} < E < 2\text{m}$	20
$E > 2\text{m}$	30

4.3 Valeurs électriques

Les tensions d'alimentation des systèmes de traction sont spécifiées par la CEI 60850.

Les spécifications du client doivent aussi fixer la durée et les valeurs des tensions prévisibles pour les pantographes en fonctionnement ou au repos.

Les valeurs définies de 3.3.2 à 3.3.4 doivent être indiquées dans les spécifications du client.

4.4 Tolérances pour la force statique

Les forces statiques mesurées lors de la montée et la descente du pantographe doivent rester dans les limites définies à l'annexe B.

4.5 Rigidité transversale

Quand une force transversale est exercée sur une partie du cadre qui supporte la tête de captage en position haute de travail, la déflexion ne doit pas dépasser la valeur définie en 6.6 et aucune déformation permanente ne doit apparaître.

4.6 Tête de captage

4.6.1 Profils de tête

La spécification du client doit indiquer des valeurs en relation avec les définitions 3.2.6 à 3.2.8 et les profils de la tête de captage.

4.6.2 Bandes de frottement

Le matériau de la bande de frottement et/ou la conception de la bande de frottement doivent être stipulés dans les spécifications du client.

NOTE En l'absence de spécifications du client, la DIN 43267 peut être utilisée.

4.7 Système de manœuvre

Le système de manœuvre doit être conçu pour assurer, du repos jusqu'à la vitesse maximale de l'unité motrice, qu'un décollement du fil de contact ne soit pas à l'origine de dommages permanents du fil de contact ou des bandes de frottement dans les conditions normales de fonctionnement.

Le système de manœuvre doit être conçu pour permettre l'installation d'un dispositif manuel assurant le fonctionnement en cas de perte d'énergie.

Table 1 – Lateral deviation of the collector head

Extension range E	Maximum lateral deviation to vertical line mm
E < 1m	10
1m < E < 2m	20
E > 2m	30

4.3 Electric values

The supply voltages of traction systems are specified in IEC 60850.

The customer specifications shall also state the duration and values of the expected voltages for operating and housed pantographs.

Values defined in 3.3.2. to 3.3.4. shall be given in the customer specifications.

4.4 Static force tolerances

Static forces measured during raising and lowering shall lie within the boundaries defined in Annex B.

4.5 Transverse rigidity

When a transverse force is exerted on the part of the frame which supports the collector head at the upper operating position, the deflection shall not exceed the value defined in 6.6. and no permanent deformation shall occur.

4.6 Collector head

4.6.1 Head profiles

The customer specification shall give values in relationship with 3.2.6. to 3.2.8. and collector head outline profiles.

4.6.2 Contact strips

The wear strip material and/or the contact strip design shall be defined in the customer specifications.

NOTE In the absence of customer specifications, DIN 43267 can be considered.

4.7 Operating system

The operating system shall be so designed that at standstill and up to the maximum speed of the traction unit any break from the contact wire will not cause permanent damage to the wire or contact strips under normal operating conditions.

The operating system shall be designed to permit the addition of a manual facility allowing operation in case of a lack of energy.

4.7.1 Moteur électrique

Si un moteur électrique est utilisé pour le pantographe, il doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60077-1 et de la CEI 60077-2 (par exemple conditions d'environnement, de construction et de fonctionnement).

En l'absence de prescriptions particulières dans les spécifications du client, le moteur électrique doit avoir un degré de protection IP 55 selon les prescriptions de la CEI 60529.

4.8 Dispositif d'abaissement automatique (ADD)

Le pantographe doit être équipé d'un dispositif d'abaissement automatique uniquement si les spécifications du client l'exigent.

Le dispositif d'abaissement automatique doit abaisser immédiatement le pantographe en cas de défaut au niveau de la tête de captage.

Le dispositif d'abaissement automatique ne doit pas causer de dommages supplémentaires au pantographe.

4.9 Masse du pantographe et force sur la toiture

Le fournisseur du pantographe doit indiquer la masse du pantographe ainsi que les tolérances appropriées, avec et sans les isolateurs. Toute force externe supplémentaire exercée par le système de manœuvre doit être définie par le fournisseur.

4.10 Protection contre la corrosion

Les spécifications relatives aux exigences d'application et aux types de protection anti-corrosion doivent être données dans les spécifications du client.

5 Marquage

Le pantographe doit porter les indications minimales suivantes:

- la marque du constructeur;
- le type et/ou le numéro de série du pantographe.

6 Essais

6.1 Catégories d'essais

Il existe quatre catégories d'essais:

- les essais de type;
- les essais individuels de série;
- les essais d'investigation;
- les essais combinés.

Les essais ci-dessus sont décrits de 6.1.1. à 6.1.4.

L'annexe D résume les essais qui doivent être réalisés.

4.7.1 Electrical motor

In case an electrical motor is used for the pantograph, it shall be in accordance with the requirements of IEC 60077-1 and IEC 60077-2 (e.g. environmental conditions, constructional and operational conditions).

In the absence of any special requirements in the customer specifications, the electrical motor shall be protected following IP 55 in accordance with the requirements of IEC 60529.

4.8 Automatic dropping device (ADD)

The pantograph shall be fitted with an automatic dropping device only if requested in the customer specifications.

The automatic dropping device shall initiate the immediate lowering of the pantograph in the event of collector head failure.

The ADD shall not cause additional damage to the pantograph.

4.9 Pantograph mass and force on the roof

The supplier of the pantograph shall specify the mass of the pantograph and the appropriate tolerance with and without insulators. Any additional external forces applied by the operating system shall be defined by the supplier.

4.10 Protection against corrosion

The specifications regarding the application requirements and type of corrosion protection shall be given in the customer specifications.

5 Marking

As a minimum the following shall be labelled on the pantograph:

- manufacturer's mark;
- type and/or serial number of the pantograph.

6 Tests

6.1 Categories of tests

There are four categories of tests:

- type tests;
- routine tests;
- investigation tests;
- combined tests.

The above tests are described in 6.1.1. to 6.1.4.

Annex D summarizes the tests which shall be performed.

A l'exclusion des essais combinés, cette norme fait une distinction entre le modèle de base d'un pantographe et les modèles dérivés de ce même pantographe. Le modèle dérivé peut intégrer des modifications par rapport à la conception de base qui doivent être considérées comme étant couvertes par les essais de type existants applicables, sous réserve qu'il puisse être démontré grâce au calcul ou à une utilisation sur un réseau que ces modifications sont au moins égales à la conception de base.

6.1.1 Essais de type

Les essais de type doivent être exécutés sur un seul exemplaire d'un appareil d'une conception donnée.

L'équipement en cours de fabrication doit être considéré comme ayant satisfait aux essais de type et doit être exempté de ceux-ci si le constructeur fournit un rapport authentifié d'essais de type réalisés sur un appareil identique construit précédemment.

Des essais de type supplémentaires doivent être exigés s'ils ont été stipulés dans la spécification du client et après accord avec le fournisseur.

6.1.2 Essais individuels de série

Les essais individuels de série doivent être exécutés pour vérifier que les caractéristiques d'un produit correspondent à celles mesurées durant l'essai de type. Les essais individuels de série doivent être exécutés par le fournisseur sur chaque équipement. Pour certains appareils, les essais individuels de série peuvent être remplacés par des essais d'échantillonnage, après accord entre le client et le fournisseur (essais effectués sur un nombre d'appareils pris au hasard dans un lot).

6.1.3 Essais d'investigation

Les essais d'investigation sont des essais spéciaux, supplémentaires, qui sont exécutés sur un seul appareil pour obtenir des informations supplémentaires. Ils peuvent être exigés uniquement s'ils sont expressément stipulés dans les spécifications du client.

6.1.4 Essais combinés

Les essais combinés sont des essais spéciaux et supplémentaires qui ne peuvent être effectués que dans un environnement de fonctionnement. Ils doivent tenir compte du type de véhicule employé, de sa vitesse et de son sens de déplacement. Ils doivent être effectués en utilisant la voie et/ou la ligne aérienne de contact, définies par les spécifications du client.

Ces essais s'appliquent à la fois aux modèles de pantographe de base et dérivés.

Ces essais doivent être réalisés s'ils ont été stipulés dans la spécification client et après accord avec le fournisseur.

6.2 Essais généraux

6.2.1 Vérification visuelle (essai individuel de série)

Le pantographe doit être complètement assemblé.

Critère d'acceptation

Le pantographe doit comporter tous ses composants électriques et mécaniques, doit être exempt de défaut mécanique et les traitements de surface doivent avoir été appliqués (voir 4.10).

Excluding combined tests, this standard distinguishes the basic model of a pantograph from the derived model of the same pantograph. The derived model can incorporate modifications to the basic design which shall be considered to be covered by the existing relevant type tests, provided that any such changes can be demonstrated to be at least equal to the basic design through calculation or operational experience.

6.1.1 Type tests

Type tests shall be performed on a single piece of apparatus of a given design.

Equipment in current manufacture shall be considered to have satisfied the type tests and shall be exempted from them, if the manufacturer provides signed reports of type tests already made on identical apparatus constructed previously.

Supplementary type tests shall be required if they have been specified in the customer specification and after agreement with the supplier.

6.1.2 Routine tests

Routine tests shall be carried out to verify that the properties of a product correspond to those measured during the type test. Routine tests shall be performed by the supplier on each piece of equipment. For certain apparatus, after agreement between customer and supplier, routine tests may be replaced by sampling tests (tests achieved on a number of apparatus taken at random from a batch).

6.1.3 Investigation tests

Investigation tests are special tests, which are supplementary, and performed on a single item in order to obtain additional information. They may be required only if they are expressly specified in the customer specifications.

6.1.4 Combined tests

Combined tests are special and supplementary tests which can only be carried out in an operating environment. They shall take into account the type of vehicle to be used, its speed and direction of travel. They shall be carried out using the track and/or overhead line system defined in the customer specifications.

These tests apply to both basic and derived pantograph models.

These tests shall be carried out if they have been specified in the customer specification and after agreement with the supplier.

6.2 General tests

6.2.1 Visual inspection (routine test)

The pantograph shall be completely assembled.

Test acceptance criteria:

The pantograph shall include all electrical and mechanical components, shall be free from physical defects and the surface treatments shall have been carried out (see 4.10).

6.2.2 Pesage (essai de type)

Le pantographe doit être complètement assemblé.

Critère d'acceptation:

La masse du pantographe doit être conforme à la masse contractuelle spécifiée en 4.9 et elle doit se situer dans les limites de tolérance.

6.2.3 Dimensions

Les dimensions du pantographe (y compris les tolérances), telles qu'elles sont spécifiées sur les dessins, doivent être vérifiées grâce à des appareils de mesure appropriés.

Au minimum, les mesures suivantes doivent être effectuées:

- longueur de la tête de captage (essai individuel de série);
- hauteur de la tête de captage (essai individuel de série);
- largeur de la tête de captage (essai de type);
- profil de la tête (essai de type);
- longueur des bandes de frottement (essai de type);
- hauteur en position de repos (essai individuel de série);
- développement maximal (essai individuel de série);
- épaisseur électrique (essai individuel de série);
- distance entre les points de montage (essai individuel de série).

Critère d'acceptation:

Les dimensions doivent se situer dans les limites des tolérances spécifiées sur les dessins.

6.2.4 Identification (essai individuel de série)

Critère d'acceptation:

Le marquage doit être conforme aux prescriptions décrites à l'article 5.

6.2.5 Contrôle fonctionnel du dispositif de descente automatique (essai individuel de série)

L'essai doit être effectué pour deux développements du pantographe:

- en position développée haute;
- à une hauteur de 20 % de la plage de développement au-dessus de la position de repos.

Le pantographe est levé et le dispositif de descente automatique doit être déclenché en simulant un dommage.

Critère d'acceptation:

Le ADD doit fonctionner et aucun dommage ne doit intervenir au niveau du pantographe.

6.2.2 Weighing (type test)

The pantograph shall be completely assembled.

Test acceptance criteria:

The mass of the pantograph shall comply with the contractual mass as specified in 4.9 and shall be within the tolerance limits.

6.2.3 Dimensions

The dimensions of pantograph (including tolerances), as specified on the drawings, shall be verified with appropriate measurement devices.

As a minimum, the following measurements shall be carried out:

- collector head length (routine test);
- collector head height (routine test);
- collector head width (type test);
- head profile (type test);
- length of contact strips (type test);
- housed height (routine test);
- maximum extension (routine test);
- electrical thickness (routine test);
- distance between mounting points (routine test).

Test acceptance criteria:

The dimensions shall be within the tolerances specified on the drawings.

6.2.4 Identification (routine test)

Test acceptance criteria:

The marking shall comply with the requirements described in clause 5.

6.2.5 Functional check of ADD (routine test)

The test shall be performed for two extensions of the pantograph:

- upper operating position;
- 20 % of the working range above housed position.

The pantograph is raised and the ADD shall be released by simulating a damage.

Test acceptance criteria:

The ADD shall react and no damage shall occur to the pantograph.

6.3 Essais en fonctionnement

6.3.1 Mesure de la force statique nominale à température ambiante (essai individuel de série)

Si un amortisseur est installé, il doit être déconnecté.

Il convient de mesurer la force statique directement sous la suspension de la tête de captage durant un cycle continu de montée et de descente, à une vitesse de $0,05 \text{ m/s} \pm 10 \%$.

L'appareil de mesure, qui doit être constitué d'un appareil de mesure de charge, d'un dispositif de traitement et de mémorisation des données, doit avoir une précision supérieure à 3 %.

Critère d'acceptation:

Les forces mesurées doivent être conformes aux prescriptions de 4.4.

6.3.2 Vérification du système de manœuvre du pantographe (essai individuel de série)

Le pantographe doit être couplé au mécanisme de manœuvre. L'essai doit être exécuté à une température ambiante et à une pression d'air d'alimentation assignée ou à la tension assignée dans le cas d'un système fonctionnant à l'électricité.

NOTE Pour les pantographes à commande manuelle, il convient que le mode fonctionnement au cours des essais fasse l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Critère d'acceptation:

Une montée douce et continue doit s'effectuer sans choc susceptible de causer des dommages, jusqu'à la hauteur maximale de la plage de développement.

La montée doit s'effectuer au plus en 10 s à compter du début de la montée du pantographe, depuis la position de repos à la hauteur maximale de la plage de développement.

La descente doit se faire sans choc susceptible de causer des dommages.

6.3.3 Essai climatique de fonctionnement (essai de type, supplémentaire)

Les essais, décrits en 6.3.2, doivent être effectués aux valeurs extrêmes de températures et d'humidité stipulées dans les spécifications du client. Si les valeurs ne sont pas spécifiées, les essais doivent être effectués à $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, à l'humidité ambiante.

Les essais ci-dessus aux températures extrêmes doivent aussi être effectués aux valeurs de pression d'air maximale et minimale ou aux tensions d'alimentation spécifiées dans les spécifications du client.

NOTE Pour les pantographes à commande manuelle, il convient que le mode de fonctionnement au cours des essais fasse l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Critère d'acceptation:

Pendant et après les essais, le pantographe doit fonctionner de manière satisfaisante.

6.4 Essais d'endurance

Pour les pantographes n'ayant pas prouvé leur fiabilité en service pendant au moins 2 ans sur le terrain, les essais d'endurance suivants doivent être effectués, à la température ambiante.

NOTE Pour les pantographes à commande manuelle, il convient que le mode de fonctionnement au cours des essais fasse l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

6.3 Operating tests

6.3.1 Measurement of static force at ambient temperature (routine test)

If a damper is fitted, this shall be disconnected.

The static force should be measured directly under the collector head suspension during a continuous cycle of raising and lowering, at a speed of $0,05 \text{ m/s} \pm 10 \%$.

The measuring device, which shall include load measuring, signal processing and data logging shall have a system accuracy better than 3 %.

Test acceptance criteria:

The measured forces shall comply with the requirements of 4.4.

6.3.2 Checking of the operating system of the pantograph (routine test)

The pantograph shall be coupled to the whole operating system. The test shall be carried out at ambient temperature and at rated air supply pressure or rated voltage in the case of an electrical operating system.

NOTE For manually operated pantographs, method of operations during test should be by agreement between customer and supplier.

Test acceptance criteria:

A smooth, steady rise to maximum working height shall be attained free from shocks liable to cause damage.

The rise from housed height to maximum working height shall be achieved in a time not exceeding 10 s from the moment the pantograph starts to rise.

The lowering action shall be free from shocks liable to cause damage.

6.3.3 Operating climatic test (supplementary type test)

The tests as described in 6.3.2 shall be carried out at the extremes of temperature and humidity specified in the customer specifications. If the values are not specified, the tests shall be carried out at -25°C and $+40^\circ\text{C}$, ambient humidity.

The above tests at the extremes of temperature shall also be carried out at the minimum and maximum values of air pressures or supply voltages specified in the customer specifications.

NOTE For manually operated pantographs, method of operations during test should be by agreement between customer and supplier.

Test acceptance criteria:

During and after the tests, the pantograph shall operate satisfactorily.

6.4 Endurance tests

For pantographs which have not proven in service reliability for at least two years on the field, the following endurance tests shall be carried out at ambient temperature.

NOTE For manually operated pantographs, method of operations during test should be by agreement between customer and supplier.

6.4.1 Manœuvres de montée et de descente (essai de type)

Le pantographe, équipé de la tête de captage ayant la masse la plus forte prévue par conception, doit être soumis à 10 000 manœuvres consécutives de montée et de descente, de la position repos jusqu'à la position de fonctionnement la plus haute. Pour les 500 premières et les 500 dernières manœuvres, le pantographe doit se lever jusqu'au développement maximal lorsque l'alimentation en énergie du système est égale à la valeur minimale précisée dans la CEI 60077-1 et la CEI 60077-2.

Critère d'acceptation:

Après les essais, tous les paramètres doivent être réglés aux valeurs nominales.

Il ne doit pas y avoir d'usure anormale.

Il ne doit se présenter ni distorsions ni cassures. Le pantographe doit satisfaire aux prescriptions de 6.3.1 et 6.3.2.

6.4.2 Résistance aux vibrations

Le pantographe doit être capable de résister aux vibrations et aux chocs donnés par les prescriptions d'essai de la CEI 61373.

6.4.2.1 Mesure de la fréquence transversale naturelle du pantographe (F_0)

Le pantographe étant à 75 % de sa position la plus haute de travail doit être mis en oscillation naturelle par la libération de la position obtenue lorsqu'une force de 300 N est appliquée sur le pivot de la tête de captage.

6.4.2.2 Essais de vibrations transversales (essai de type)

Le pantographe, équipé d'une tête de captage ayant la masse la plus forte prévue par la conception, doit être installé avec ses isolateurs, sur une table vibrante, produisant des vibrations sinusoïdales dont l'amplitude et la fréquence sont réglables dans la direction transversale. Lors de ces essais, la fréquence de la table vibrante est inférieure de 10 % à la fréquence transversale naturelle d'oscillation.

L'amplitude des oscillations de la table doit être réglée pour obtenir une accélération (Γ) au niveau du pivot de la tête de captage, conformément aux prescriptions client, pour un développement égal à 75 % de la position de travail la plus haute.

Critère d'acceptation:

Après 10^7 cycles, il ne doit y avoir aucune détérioration du pantographe.

6.5 Résistance aux chocs (essai de type, supplémentaire)

Sauf accord contraire entre client et fournisseur, l'essai suivant doit être effectué.

Le pantographe doit être développé à 75 % de sa position de travail la plus haute, une force de 300 N doit être appliquée longitudinalement sur le pivot de la tête de captage et ensuite être brusquement retirée (figure 1).

Cet essai doit être effectué trois fois dans les deux directions longitudinales.

6.4.1 Raising/lowering operations (type test)

The pantograph, fitted with a collector head which has the largest mass designed for that pantograph, shall be submitted to 10 000 raising and lowering consecutive operations from housed position up to upper operating position. For the first 500 and last 500 operations, the pantograph shall rise to the maximum extension while the operating system energy supply is at the minimum value indicated in IEC 60077-1 and IEC 60077-2.

Test acceptance criteria:

After the tests, all parameters shall be adjusted to the nominal values.

There shall be no abnormal wear.

There shall be no distortions or fractures. The pantograph shall meet the requirements of 6.3.1 and 6.3.2.

6.4.2 Resistance to vibrations

The pantograph shall be capable of withstanding the vibration and shock given by the test requirements of IEC 61373.

6.4.2.1 Measurement of natural transverse frequency of the pantograph (F_0)

With the pantograph extended to 75 % of its upper operating position, it shall be brought into natural oscillation by releasing it from the position it has when a transverse force of 300 N is applied on the collector head pivot.

6.4.2.2 Transverse vibration tests (type test)

The pantograph fitted with a collector head which has the largest mass designed for that pantograph shall be installed with its insulators on a vibrating table producing sinusoidal vibrations, the amplitude and the frequency of which shall be adjustable in the transverse direction. While this test is carried out, the frequency of the table shall be 10 % lower than transverse natural frequency of oscillation.

The amplitude of oscillation of the table shall be adjusted to make the acceleration (Γ) at the collector head pivot in accordance with customer requirements, for an extension equal to 75 % of the upper operating position.

Test acceptance criteria.

After 10^7 cycles, there shall be no deterioration of the pantograph.

6.5 Resistance to shocks (supplementary type test)

Unless otherwise agreed between customer and supplier, the following test shall be carried out.

The pantograph shall be extended to 75 % of its upper operating position, a 300 N force shall be applied longitudinally on the collector head pivot, and then abruptly disconnected (Figure 1).

This test shall be carried out three times in both longitudinal directions.

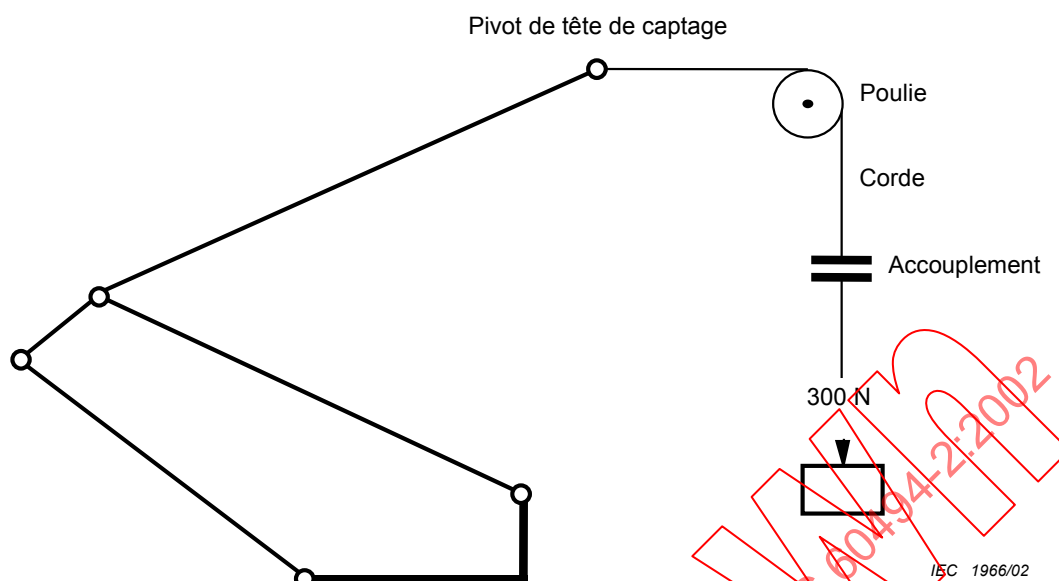


Figure 1 – Principe d'essai

Critère d'acceptation:

Il ne doit y avoir aucune détérioration du pantographe.

6.6 Essai de rigidité transversale (essai de type)

Le pantographe doit être levé jusqu'à la position de travail la plus haute.

Lorsqu'une force de 300 N est appliquée successivement de chaque côté de la partie du cadre qui supporte la tête de captage, le déplacement doit être conforme au tableau 2, sauf spécification différente objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Tableau 2 – Rigidité transversale

Plage de développement E	Déplacement maximal par rapport à la ligne centrale
$E < 2 \text{ m}$	20 mm
$2 \text{ m} \leq E < 3 \text{ m}$	30 mm
$E \geq 3 \text{ m}$	40 mm

Critère d'acceptation:

Après chaque application de la force, il ne doit pas apparaître de déformation permanente.

6.7 Essais d'étanchéité à l'air

6.7.1 Essais d'étanchéité à l'air sur le cylindre moteur (essai individuel de série)

L'essai qui doit être réalisé à température ambiante contrôle l'étanchéité des cylindres du mécanisme de commande (ou vérins à air).

Le cylindre (ou le vérin à air) doit être connecté à un réservoir dont le volume est le même que le cylindre (ou vérin à air). L'assemblage complet doit alors être alimenté à la pression nominale de fonctionnement.

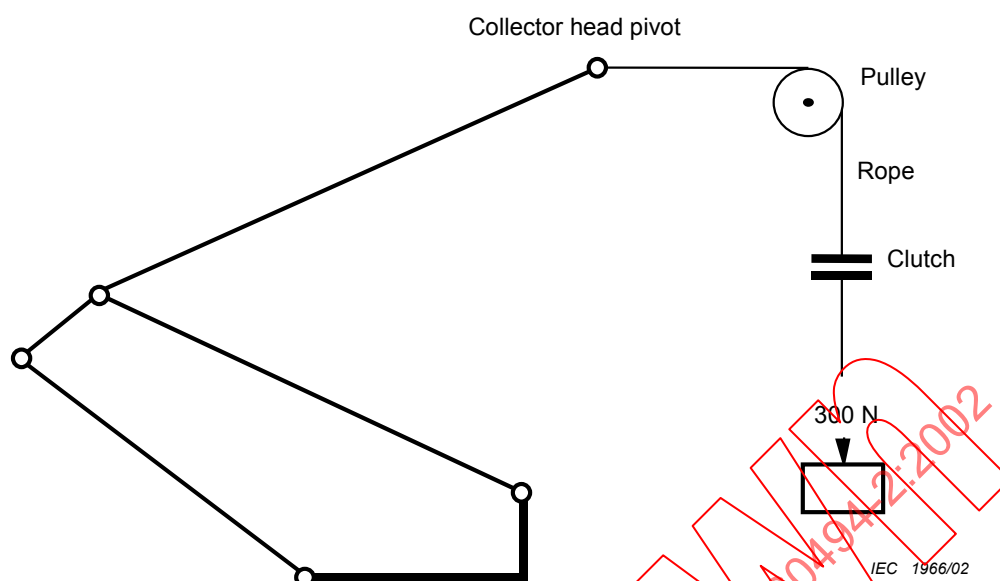


Figure 1 – Test principle

Test acceptance criteria:

There shall be no deterioration of the pantograph.

6.6 Transverse rigidity test (type test)

The pantograph shall be extended to the upper operating position.

When a force of 300 N is applied successively on each side of the part of the frame which supports the collector head, the displacement shall be in accordance with table 2, if not otherwise agreed between customer and supplier.

Table 2 – Transverse rigidity

Extension range E	Maximum displacement from centre line
$E < 2 \text{ m}$	20 mm
$2 \text{ m} \leq E < 3 \text{ m}$	30 mm
$E \geq 3 \text{ m}$	40 mm

Test acceptance criteria:

After each application force, there shall be no permanent deformation.

6.7 Air tightness tests

6.7.1 Air tightness tests on operating device cylinder (routine test)

The test, which shall be carried at ambient temperature, checks the sealing of the operating device's cylinders (or air bellows).

The cylinder (or air bellow) shall be connected to a tank whose volume is the same as the cylinder (or air bellow). The whole assembly shall then be filled at the nominal operating pressure.

Critère d'acceptation:

La pression dans le réservoir, après 10 min, ne doit pas baisser de plus de 5 % par rapport à la pression initiale.

6.7.2 Essai climatique d'étanchéité (essai de type)

Le réservoir, décrit en 6.7.1, doit être utilisé dans cet essai. L'essai doit être effectué à –25 °C et à +40 °C.

Si une spécification du client prescrit une plage de températures plus étendue, l'essai et la prescription relative à l'acceptation doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Critère d'acceptation:

La pression dans le réservoir, après 10 min, ne doit pas descendre de plus de 5 % par rapport à la pression initiale.

6.8 Mesure des degrés de liberté de la tête de captage (essai individuel de série)

Les degrés de liberté de la tête de captage doivent être soumis à l'accord entre l'opérateur et le fournisseur. Les courses et les rotations sont mesurées dans la plage de travail.

Critère d'acceptation:

L'amplitude des degrés de liberté doit être conforme aux valeurs agréées. Aucune interférence mécanique ne doit être évidente.

6.9 Essais de captage du courant (essai combiné)

NOTE Ce paragraphe est en cours de révision pour tenir compte des travaux en cours dans la commission UIC 57 H.

6.10 Essais d'échauffement

6.10.1 Essais d'échauffement: courant assigné et courant maximal, véhicule à l'arrêt (essai de type, supplémentaire)

Le pantographe doit être raccordé à un circuit électrique qui doit être capable de fournir pendant 30 min un courant égal au courant assigné à l'arrêt, puis immédiatement après, pendant une durée donnée dans la spécification client avec un courant égal au courant maximal, le véhicule étant à l'arrêt.

L'essai doit être effectué avec un conducteur d'une section et d'un type identiques à ceux de la ligne de contact en milieu de vie. La force entre les bandes de frottement et le conducteur doit être la force statique nominale.

Critère d'acceptation:

Il ne doit apparaître aucun signe de déformation ou d'échauffement anormal sur quelque partie du pantographe que ce soit y compris les bandes de frottement.

Il ne doit pas apparaître de dommage dû au passage de courant dans les roulements, les articulations et les shunts.

Pendant l'essai, la température dans les bandes de frottement doit être mesurée aussi près que possible du point de contact. La température dans les bandes de frottement ne doit pas dépasser celle définie dans les spécifications du client.

Test acceptance criteria:

The pressure in the tank shall not decrease by more than 5 % of the initial pressure after 10 min.

6.7.2 Air tightness climatic test (type test)

A tank, as described in 6.7.1 shall be used in this test. The test shall be carried out at –25 °C and at +40 °C.

If a customer specification requires a larger temperature range, then the test and the acceptance requirement shall be the subject of agreement between customer and supplier.

Test acceptance criteria:

The pressure in the tank shall not decrease by more than 5 % of the initial pressure after 10 min.

6.8 Measurement of degrees of freedom of collector head (routine test)

The degrees of freedom of the collector head shall be agreed between the customer and the supplier. Strokes and rotations are measured in the working range.

Test acceptance criteria:

The amplitude of the degrees of freedom shall comply with the agreed values. No mechanical interference shall be evident.

6.9 Current collection tests (combined test)

NOTE This subclause is under revision taking into account work in progress in sub-commission UIC 57 H.

6.10 Heating tests**6.10.1 Heating tests: rated and maximum current, vehicle at standstill (supplementary type test)**

The pantograph shall be connected in an electric circuit whose supply shall provide for 30 min a current equal to the rated current at standstill and then immediately after, for a time given in the customer specification with a current equal to the maximum current, vehicle at standstill.

The test shall be carried out with a conductor of a section and a type identical to those of the midlife contact line. The force between the contact strips and the conductor shall be the nominal static force.

Test acceptance criteria:

There shall be no signs of deformation or abnormal heating on any part of the pantograph including the contact strips.

There shall be no damage due to the passage of current to bearings, pivots and shunts.

During the test, the temperature in the contact strips shall be measured as close as possible to the point of contact. The temperature in the contact strips shall not exceed those defined in the customer specification.

6.10.2 Essai en ligne (essai combiné)

Le but de cet essai est de contrôler que la tête de captage transmettra le courant assigné, le véhicule se déplaçant, sans dommage.

L'essai doit être effectué avec le pantographe installé sur le toit du véhicule et avec la charge indiquée par les spécifications du client.

Pendant cet essai, la température et le courant doivent être enregistrés en fonction du temps sur les bandes de frottement et dans les portions critiques de la tête de captage.

Critère d'acceptation:

Il ne doit apparaître aucun signe d'échauffement sur quelque partie de la tête de captage que ce soit.

7 Plan d'inspection

Lorsqu'un système de gestion de la qualité est utilisé pour spécifier le plan d'inspection, il convient qu'il soit conforme à l'ISO 9001, sauf indication contraire dans les spécifications clients.

8 Fiabilité

La spécification de fiabilité doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

8.1 Spécification

La spécification de fiabilité doit inclure les définitions et les catégories de défauts ainsi que les conditions attendues de travail et de durée de vie. Pour un pantographe, les catégories de défauts types sont:

- Catégorie A: défaut du pantographe entraînant des avaries à la caténaire;
- Catégorie B: défaut entraînant le non-fonctionnement du pantographe;
- Catégorie C: autre défaut qui n'empêche pas l'engin moteur de terminer sa mission.

La fiabilité doit être exprimée en: Kilométrage moyen entre défauts (MKBF), séparément pour les catégories A, B, C.

8.2 Démonstration de la fiabilité en service

La démonstration de fiabilité du pantographe en service doit être évaluée par le client selon les prescriptions données dans la spécification du client.

9 Maintenance

9.1 Structure

La durée de vie à la conception de la structure du pantographe (cadre, bâti) et du système de manœuvre doit être de $1,5 \times 10^6$ km ou 30 ans, en prenant celle des deux valeurs qui est la plus rapprochée, sauf valeurs différentes objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

La structure et le système de manœuvre doivent inclure les produits consommables qui ont une durée de vie plus faible. Sans autre spécification dans l'appel d'offre du client, la durée de vie à la conception de ces parties consommables doit au minimum être de $0,25 \times 10^6$ km ou 5 ans, selon celle qui est la plus rapprochée.

6.10.2 Field tests (combined test)

The purpose is to establish that the collector head will carry the rated current, vehicle running, without damage.

The test shall be carried out with the pantograph installed on the roof of the vehicle and with a load given in the customer specifications.

During this test, temperature and current against time shall be recorded on the contact strips and in critical sections of the collector head.

Test acceptance criteria:

There shall be no signs of over-heating on any part of the collector head.

7 Inspection plan

Where a quality management system is used to specify the inspection plan, it should be in accordance with ISO 9001, unless stated otherwise in the customer specification.

8 Reliability

Reliability specification shall be agreed between manufacturer and customer.

8.1 Specification

The reliability specification shall include definitions and categories of failure, and the expected conditions of operation and expected operating life. For a pantograph the failure categories are typically:

- A category: failure of the pantograph which results in damage to the overhead equipment;
- B category: failure which causes inoperability of the pantograph;
- C category: other failure which permits the vehicle to complete its journey.

Reliability could be expressed as Mean Kilometres Between Failures (MKBF), separately for categories A, B, C.

8.2 In-service reliability demonstration

Demonstration of the achievement of the reliability of a pantograph in service shall be monitored by the customer in accordance with the requirements stated in the customer specification.

9 Maintenance

9.1 Structure

The design life of the pantograph structure (frame, base frame) and operating system shall be $1,5 \times 10^6$ km or 30 years, whichever is sooner, unless other values are agreed between customer and supplier.

The structure and operating system shall include consumables which have a lower design life. If not otherwise specified in the customer specification, the design life of these consumable parts shall as a minimum be $0,25 \times 10^6$ km or 5 years, whichever is sooner.

9.2 Structure de la tête de captage

Cette structure inclut la tête de captage, l'axe de pivotement de la tête de captage et les shunts de raccordement. La durée de vie doit être définie dans les spécifications du client.

9.3 Maintenabilité

Tous les roulements à billes doivent être facilement remplaçables et leurs surfaces d'appui ne doivent pas faire partie d'un élément principal.

La tête de captage doit être facilement démontable du cadre du pantographe.

Les bandes de frottement doivent être facilement démontables de la tête de captage.

Le document de maintenance doit être défini par les spécifications du client.

La durée de vie et la maintenabilité à la conception doivent être démontrées par le calcul ou par une expérience d'au moins cinq ans de service.

10 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le pantographe doit être conforme aux prescriptions applicables concernant la compatibilité électromagnétique du système de captage de courant avec le système ferroviaire et son environnement.

NOTE Une norme internationale sur la CEM est à l'étude.

9.2 Collector head structure

This structure includes collector head, collector head pivot and connecting shunts. Design life shall be defined in the customer specifications.

9.3 Maintainability

All bearings shall be easily replaceable and their surfaces shall not form part of a main component.

The collector head shall be easily removable from the pantograph frame.

The contact strips shall be easily removable from the collector head.

Maintenance documentation shall be defined in the customer specifications.

Design life and maintainability shall be demonstrated by calculation or operational experience of at least five years.

10 Electromagnetic compatibility (EMC)

The pantograph shall comply with the relevant requirements concerning the electromagnetic compatibility of the current collection system with the railway system and its environment.

NOTE An International Standard concerning EMC is under consideration.