

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60494-1

Première édition
First edition
2002-11

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

**Partie 1:
Pantographes pour véhicules grandes lignes**

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

**Part 1:
Pantographs for mainline vehicles**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60494-1:2002

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60494-1

Première édition
First edition
2002-11

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

**Partie 1:
Pantographes pour véhicules grandes lignes**

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

**Part 1:
Pantographs for mainline 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 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	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	12
3.1 Généralités	12
3.2 Conception	14
3.3 Caractéristiques générales.....	16
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 Mesure des forces	20
4.6 Rigidité transversale	20
4.7 Tête de captage.....	20
4.8 Système de manœuvre	22
4.9 Dispositif d'abaissement automatique (ADD).....	22
4.10 Masse du pantographe et force sur la toiture.....	22
4.11 Protection contre la corrosion.....	22
5 Marquage	24
6 Essais.....	24
6.1 Catégories d'essais.....	24
6.2 Essais généraux	26
6.3 Essais en fonctionnement	28
6.4 Essais d'endurance	30
6.5 Résistance aux chocs (essai de type, supplémentaire)	34
6.6 Essai de rigidité transversale (essai de type)	34
6.7 Essais d'étanchéité à l'air.....	36
6.8 Mesure des degrés de liberté de la tête de captage (essai individuel de série)	36
6.9 Mesure de la force de maintien en position repos (essai de type).....	36
6.10 Force de levée moyenne totale (essai combiné)	36
6.11 Force totale de frottement (essai combiné).....	38
6.12 Essais de captage du courant (essai combiné)	38
6.13 Essais d'échauffement	38
7 Plan d'inspection.....	40
8 Fiabilité.....	40
8.1 Spécification	40
8.2 Démonstration de la fiabilité en service	40
9 Maintenance	42
9.1 Structure.....	42
9.2 Structure de la tête de captage	42
9.3 Maintenabilité	42
10 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	42

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	13
3.1 General	13
3.2 Design	15
3.3 General characteristics	17
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 Measurement of forces	21
4.6 Transverse rigidity	21
4.7 Collector head	21
4.8 Operating system	23
4.9 Automatic dropping device (ADD)	23
4.10 Pantograph mass and force on the roof	23
4.11 Protection against corrosion	23
5 Marking	25
6 Tests	25
6.1 Categories of tests	25
6.2 General tests	27
6.3 Operating tests	29
6.4 Endurance tests	31
6.5 Resistance to shocks (supplementary type test)	35
6.6 Transverse rigidity test (type test)	35
6.7 Air tightness tests	37
6.8 Measurement of degrees of freedom of collector head (routine test)	37
6.9 Measurement of housing force (type test)	37
6.10 Total mean uplift force (combined test)	37
6.11 Total contact force (combined test)	39
6.12 Current collection tests (combined test)	39
6.13 Heating tests	39
7 Inspection plan	41
8 Reliability	41
8.1 Specification	41
8.2 In-service reliability demonstration	41
9 Maintenance	43
9.1 Structure	43
9.2 Collector head structure	43
9.3 Maintainability	43
10 Electromagnetic compatibility (EMC)	43

Annexe A (normative) Terminologie du pantographe	44
Annexe B (normative) Pantographe	46
Annexe C (normative) Liste des essais	48
Annexe D (informative) Références UIC (Union Internationale des Chemins de fer)	50
Annexe E (informative) Eléments devant être stipulés dans les spécifications client	52
 Bibliographie	 54
 Figure 1 – Principe d'essai	 34
Figure A.1 – Terminologie du pantographe.....	44
Figure B.1 – Tolérances des forces statiques.....	46
 Tableau C.1 – Catalogue des essais.....	 48

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-1:2002

Without watermark

Annex A (normative) Pantograph terminology	45
Annex B (normative) Operated pantograph	47
Annex C (normative) List of tests	49
Annex D (informative) UIC (Union Internationale des Chemins de fer) references.....	51
Annex E (informative) Items to be specified in the customer specifications.....	53
 Bibliography	 55
 Figure 1 – Test principle	 35
Figure A.1 – Pantograph terminology	45
Figure B.1 – Static force tolerances	47
 Table C.1 – Catalogue of tests.....	 49

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-1:2002

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Pantographes pour véhicules grandes lignes

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 60494-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/679/FDIS	9/698/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 3.

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes D et E ne sont données qu'à titre informatif.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –
PANTOGRAPHS – CHARACTERISTICS AND TESTS –****Part 1: Pantographs for mainline 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 60494-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

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

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

FDIS	Report on voting
9/679/FDIS	9/698/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 3.

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

Annexes D and E are given for information only.

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 60494-1 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 60494-1:2002

Withd2W

The committee has decided that this publication remains valid until 2009. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

IEC 60494-1 forms part of a series of publications under the general title: *Railway applications – Rolling stock – Pantographs – Characteristics and tests*.

Withd2009
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-1:2002

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 60494-1:2002

Withdrawn

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 an 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 60494-1:2002

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

Partie 1: Pantographes pour véhicules grandes lignes

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60494 définit les caractéristiques générales de montage qui sont à appliquer aux pantographes pour grandes lignes, afin de permettre le captage du courant sur la ligne aérienne de contact. Elle définit aussi les essais que les pantographes doivent subir, 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.

Cette norme ne s'applique pas aux pantographes utilisés sur des réseaux isolés de chemins de fer métropolitains ou de véhicules légers: ces pantographes sont traités dans la CEI 60494-2.

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 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 60494-2, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et essais – Partie 2: Pantographes pour métros et véhicules légers*

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*

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

le constructeur du pantographe

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

Part 1: Pantographs for mainline vehicles

1 Scope

This part of IEC 60494 defines the general assembly characteristics which are to be applied to pantographs for main line 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.

This standard does not apply to pantographs used on isolated metros and light rail systems: these pantographs are considered in IEC 60494-2.

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 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: Electro-technical components – General rules*

IEC 60494-2, *Railway applications – Rolling stock – Pantographs – Characteristics and tests – Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles*

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 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

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 au niveau de 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 A.1, à l'exception des repères 9, 15, 16, 17, 18.

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 en 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

3.2.7

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 de la corne et le point le plus haut de la bande de frottement

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 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 figure A.1, except for items 9, 15, 16, 17, 18.

3.2.1**frame (item 1)**

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**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

pivot de la tête de captage (repère 9)

axe de l'arbre anti-balançant de la tête de captage, en cas de 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 levé 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 (sans dispositif limitant le développement du pantographe dans les limites de la plage de développement)

3.2.18

développement maximal limité (repère 18)

développement réduit permis par les butées mécaniques intermédiaires

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.

3.2.9**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 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 the 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 (without any device which will limit the pantograph extension within the working range)

3.2.18**limited maximum extension (item 18)**

reduced extension allowed by intermediate mechanical stops

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

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

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

3.3.7

force de levée moyenne totale

force verticale mesurée à la tête de captage, cette dernière ne touchant pas la ligne de contact. Elle est égale à la somme de la force statique et de la force aérodynamique, exercée par l'air à la vitesse considérée, pour une hauteur de captage donnée, les résultats étant ramenés à un vent amblant nul

3.3.8

force totale de frottement

force totale entre la tête de captage et la ligne de contact pendant le déplacement du véhicule

3.3.9

force de maintien en position de repos

force appliquée verticalement sur la tête de captage pour maintenir le pantographe en entier en position de repos

4 Prescriptions techniques

4.1 Gabarit

Le pantographe, en position de repos ou de travail, doit respecter le gabarit stipulé par les spécifications du client ou doit être conforme à l'UIC 505-1 et l'UIC 505-5 (voir annexe D).

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 respecter la tolérance de ± 50 mm longitudinalement et ± 10 mm latéralement par rapport à une ligne verticale.

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**

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**

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

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

3.3.7**total mean uplift force**

vertical force measured at the collector head, the latter not touching the contact line. It is equal to the sum of static force and the aerodynamic force caused by the air at the considered speed for a given collector height, the results being referred to zero ambient wind conditions

3.3.8**total contact force**

the total force between collector head and contact line while running

3.3.9**housing force**

the force applied vertically to the collector head to maintain the whole pantograph in its housed position

4 Technical requirements**4.1 Gauge**

The pantograph, at housed position and operating position, shall comply with the gauge specified in the customer specifications or shall be in accordance with UIC 505-1 and UIC 505-5 (see Annex D).

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 within a range of ± 50 mm in the longitudinal direction, and ± 10 mm in the lateral direction in relation to the vertical line.

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, sauf accord contraire entre utilisateur et constructeur.

4.5 Mesure des forces

Les prescriptions en fonctionnement de la force statique, de la force de levée moyenne totale et de la force totale de frottement doivent être stipulées dans les spécifications du client.

NOTE Ce paragraphe est en cours de révision pour prendre en compte les études de la sous-commission UIC 57 H2.

4.6 Rigidité transversale

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

4.7 Tête de captage

4.7.1 Longueur

En l'absence d'indication dans la spécification du client, les longueurs définies dans l'UIC 608 (voir annexe D) doivent être utilisées.

4.7.2 Largeur

La largeur de la tête de captage doit être définie en fonction du type de la suspension, du nombre de bandes de frottement et des caractéristiques du système caténaire.

4.7.3 Profils de tête

Sans précisions dans les spécifications du client, les profils de la tête de captage et la pente maximale définis dans l'UIC 608 (voir annexe D) doivent être utilisés.

4.7.4 Bandes de frottement

Les matériaux et la compatibilité des différents matériaux des bandes de frottement ainsi que la densité maximale de courant doivent être stipulés dans les spécifications du client.

NOTE Ce paragraphe est en cours de révision pour prendre en compte les études de la sous-commission UIC 57 H2.

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, unless otherwise agreed between user and manufacturer.

4.5 Measurement of forces

Operating requirements for static force, total mean uplift force and total contact force shall be specified in the customer specifications.

NOTE This subclause is under revision taking into account work in progress in sub-commission UIC 57 H2.

4.6 Transverse rigidity

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

4.7 Collector head

4.7.1 Length

If not specified in the customer specification, lengths defined in UIC 608 (see Annex D) shall be used.

4.7.2 Width

The collector head width shall be defined according to the type of suspension, the number of wear strips and the catenary system characteristics.

4.7.3 Head profiles

If not specified in the customer specification, the collector head outline profiles and maximum allowable tilt defined in UIC 608 (see Annex D) shall be used.

4.7.4 Contact strips

Wear strip material, maximum current density and compatibility of different wear strip materials shall be specified in the customer specifications.

NOTE This subclause is under revision taking into account work in progress in sub-commission UIC 57 H2.

4.8 Système de manœuvre

L'installation et la définition du système de manœuvre doivent être données par le fournisseur.

Le système de manœuvre doit être conçu pour assurer, du repos jusqu'à la vitesse maximale de l'engin de traction, un rapide début d'abaissement du pantographe depuis le fil de contact dans les 3 s, à la distance d'isolement minimale.

La force de maintien en position de repos doit empêcher le pantographe de se lever quelle que soit la vitesse du véhicule, ce jusqu'à sa vitesse maximale.

La force de maintien en position de repos peut faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Sinon, un dispositif pour maintenir l'appareil en position basse peut être prévu.

4.9 Dispositif d'abaissement automatique (ADD)

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

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

Si des prescriptions précises ne sont pas données dans les spécifications du client, l'apparition d'un quelconque dommage sur les bandes de frottement ou les cornes isolées susceptible d'endommager la ligne de contact doit être détectée par le dispositif de descente automatique.

Au moment de la conception, il convient de prendre en compte les caractéristiques suivantes:

- le temps de réaction du dispositif de descente automatique;
- la défaillance du dispositif de descente automatique;
- l'auto-test en atelier du dispositif de descente automatique.

Le dispositif de descente automatique doit être conçu pour assurer qu'un défaut mineur des bandes de frottement, qui peut se produire en service normal, ne cause pas son déclenchement.

Le dispositif de descente automatique ne doit pas causer de dommages supplémentaires au pantographe.

4.10 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 et la force maximale en chaque point de fixation. De plus, le fournisseur doit indiquer tous les paramètres permettant le calcul des forces maximales en chaque point de fixation.

4.11 Protection contre la corrosion

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

4.8 Operating system

The installation and the definition of the operating system shall be provided by the supplier.

The operating system shall be designed to ensure, at standstill and up to the maximum speed of the traction unit, a rapid commencement of the lowering movement of the pantograph from the contact wire, within 3 s, over the minimum insulation distance.

The housing force shall prevent the pantograph from raising from the housed position at all speeds up to a maximum speed of the vehicle.

The housing force may be agreed between the customer and the supplier. Alternatively, provision may be made for the fitting of a holding down device.

4.9 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.

If precise requirements are not specified in the customer specifications, damage occurring to contact strips and insulated horns liable to cause subsequent damage to overhead line shall be detected by ADD.

When designing, the following characteristics should be taken into account:

- ADD reaction time;
- ADD failure to safe condition;
- ADD self-test in workshop.

The ADD system shall be designed to ensure that minor damages to the contact strips as may be experienced in daily service shall not cause operation of the ADD system.

The ADD shall not cause additional damage to the pantograph.

4.10 Pantograph mass and force on the roof

The supplier of the pantograph shall specify the mass and the appropriate tolerances of the pantograph with and without insulators and the maximum force at every fixing point. In addition, the supplier shall specify all relevant parameters to enable the calculation of the maximum efforts at every fixing point.

4.11 Protection against corrosion

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

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 C résume les essais qui doivent être réalisés.

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. Ceci implique qu'il puisse être démontré grâce au calcul ou à une utilisation d'au moins 2 ans sur le terrain que ces modifications sont au moins égales à la conception de base et remplissent des prescriptions techniques au moins égales à celles pour lesquelles le modèle de base a été conçu.

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).

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 C summarizes the tests which shall be performed.

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. This is provided that any such changes can be demonstrated to be at least equal to the basic design through calculation or operational experience of at least two years on the field, and with technical requirements at least equal to those for which the basic model was designed.

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 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 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.

L'agrément des appareils ne doit pas dépendre des résultats de ces essais d'investigation.

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 d'alimentation de traction, définies par les spécifications du client.

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

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 4.11).

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 4.10 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); |
| – développement maximal limité | (essai individuel de série); |

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.

The acceptance of the apparatus shall not rely on the results of those investigation tests.

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.

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 4.11).

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 4.10 and shall be within the tolerance limits.

6.2.3 Dimensions

The dimensions of the 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);
- limited maximum extension (routine test);

- 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 de type)

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.

Après la montée du pantographe au développement indiqué, le dispositif de descente automatique doit être déclenché en simulant des dommages. La simulation doit être effectuée par le même signal physique que celui utilisé en fonctionnement réel. Le temps de réaction doit être mesuré depuis la génération du signal jusqu'à 20 cm en dessous du développement indiqué.

Critère d'acceptation:

Le temps de réaction doit être inférieur ou égal à 1 s, sauf accord contraire entre utilisateur et constructeur.

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

Le pantographe doit être levé conformément aux développements précisés en 6.2.5 et ensuite le dispositif de descente automatique doit être déclenché en simulant un dommage.

Critère d'acceptation:

Le ADD doit fonctionner.

6.3 Essais en fonctionnement

6.3.1 Mesure de la force statique 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.

- 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 (type test)

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

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

After the pantograph is raised to the considered extension, the ADD shall be released by simulating damage. The simulation shall be carried out with the same physical signal as in real operation. The reaction time shall be measured from generating the signal to 20 cm below the considered extension.

Test acceptance criteria:

The reaction time shall be less or equal to 1 s, unless otherwise agreed between user and manufacturer.

6.2.6 Functional check of ADD (routine test)

The pantograph shall be raised to the extensions described in 6.2.5 and then the ADD shall be released by simulating a damage.

Test acceptance criteria:

The ADD shall operate.

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

Le pantographe doit être couplé au système 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.

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 débuter rapidement de n'importe quelle hauteur de la plage de développement.

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

6.3.3 Essais climatiques 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 °C et $+40\text{ °C}$, 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.

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.

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

6.4.1.1 Le pantographe, équipé de la tête de captage ayant la masse la plus élevée prévue par conception, doit être soumis à 10 000 manœuvres consécutives de montée et de descente, de la position repos jusqu'à la position 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.

6.4.1.2 Le pantographe, équipé de la tête de captage dans les mêmes conditions qu'en 6.4.1.1, doit être soumis à 75 000 manœuvres consécutives de montée/descente dans les limites de la plage de développement à une vitesse de 0,1 m/s (si un amortisseur équipe le pantographe, celui-ci doit être déposé).

Critère d'acceptation:

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

Il ne doit pas y avoir d'usure anormale. Le pantographe doit satisfaire aux prescriptions de 6.3.1 et 6.3.2.

Il ne doit se présenter ni distorsions ni cassures.

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.

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 movement from any height in the working range shall operate with a rapid commencement.

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

6.3.3 Operating climatic tests (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 voltage specified in the customer specifications.

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.

6.4.1 Raising/lowering operations (type test)

6.4.1.1 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 raise to the maximum extension while the operating system energy supply is at the minimum value indicated in IEC 60077-1 and IEC 60077-2.

6.4.1.2 The pantograph with a collector head in the same conditions as 6.4.1.1 shall be submitted to 75 000 raising and lowering consecutive operations within the working range at a speed of 0,1 m/s (if a damper is fitted, this shall be disconnected).

Test acceptance criteria:

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

There shall be no abnormal wear. The pantograph shall meet the requirements of 6.3.1. and 6.3.2.

There shall be no distortions or fractures.

6.4.2 Suspension de la tête de captage (essai de type)

La suspension de la tête de captage doit être soumise à $1,2 \times 10^6$ cycles consécutifs dans toute la plage de développement prévue. Cet essai doit être effectué à la fréquence minimale de 0,5 Hz.

Critère d'acceptation:

Il ne doit pas y avoir d'usure anormale. Le pantographe doit satisfaire aux prescriptions de 6.3.1 et 6.3.2.

Il ne doit présenter ni distorsions ni cassures.

6.4.3 Essais de vibration

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

6.4.3.1 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.

6.4.3.2 Essais de vibrations transversales (essai de type)

Le pantographe, équipé d'une tête de captage ayant la masse la plus élevée prévue par conception, doit être installé avec ses isolateurs, sur une table vibrante, produisant des vibrations sinusoïdales dont l'amplitude et la fréquence doivent être 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) de 7m/s^2 au pivot de la tête de captage, pour un développement égal à 75 % de la position de travail la plus haute.

(cette valeur est donnée par la formule

$$\Gamma = \frac{0,7 \times g \times F_0^2}{F_0^2 - 1}$$

où F_0 est la fréquence transversale naturelle d'oscillation en hertz et $F_0 > 3$ Hz).

Critère d'acceptation:

Après 10^7 cycles, aucune détérioration ne doit empêcher le pantographe de satisfaire aux prescriptions de 6.3.1 et 6.3.2.

6.4.3.3 Essais de vibrations verticales (essais d'investigation)

Le pantographe, équipé de son mécanisme de commande normal et de la tête de captage correspondant à la caténaire sous laquelle il sera employé, doit être installé sous un système produisant des vibrations sinusoïdales dans le plan vertical. Ce système doit avoir une rigidité au moins 10 fois supérieure à la rigidité totale de la suspension de la tête de captage. La force de frottement exercée par le pantographe sur le système et le développement du pantographe doivent faire l'objet d'un accord avec le client.

6.4.2 Collector head suspension (type test)

The collector head suspension shall be subjected to $1,2 \times 10^6$ consecutive cycles throughout its design operating range. This test shall be carried out at a minimum frequency of 0,5 Hz.

Test acceptance criteria:

There shall be no abnormal wear. The pantograph shall meet the requirements of 6.3.1 and 6.3.2.

There shall be no distortions or fractures.

6.4.3 Vibration tests

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

6.4.3.1 Measurement of natural transverse frequency of the pantograph (F_o)

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.

6.4.3.2 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 7 m/s^2 , for an extension equal to 75 % of the upper operating position.

(this value derives from the formula $\Gamma = \frac{0,7 \times g \times F_o^2}{F_o^2 - 1}$)

where F_o is the transverse natural frequency of oscillation in hertz and $F_o > 3 \text{ Hz}$).

Test acceptance criteria.

After 10^7 cycles, there shall be no deterioration which prevents the pantograph from meeting the requirements of 6.3.1 and 6.3.2.

6.4.3.3 Vertical vibration tests (investigation test)

The pantograph fitted with its normal operating device and with the collector head corresponding to the catenary it will be used on, shall be installed under a system producing sinusoidal vibration in the vertical direction. This system shall have a rigidity at least 10 times higher than the total rigidity of the collector head suspension. The contact force exerted by the pantograph on the system and its extension shall be agreed with the customer.

L'accroissement maximal de la fréquence doit être de 0,02 Hz/s à 10 Hz et de 0,1 Hz/s entre 10 Hz et 50 Hz. L'amplitude de la vibration sinusoïdale doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.

L'essai doit être effectué d'abord avec le système au milieu des bandes de frottement et ensuite aux extrémités du zigzag.

Les variations de la force de contact en fonction de la fréquence et de l'amplitude du système doivent être enregistrées.

6.5 Résistance aux chocs (essai de type, supplémentaire)

Sauf accord contraire entre exploitant 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 (voir figure 1).

Cet essai doit être effectué 3 fois dans les deux directions longitudinales.

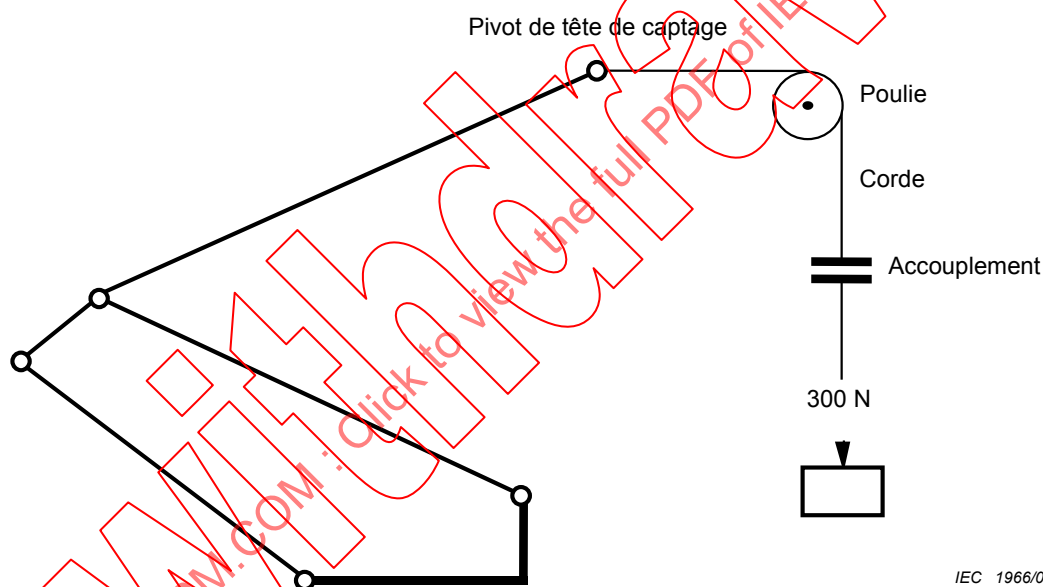


Figure 1 – Principe d'essai

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 inférieur ou égal à 30 mm sur chacun des côtés.

Critère d'acceptation:

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

The maximum increase of frequency shall be 0,02 Hz/s to 10 Hz and 0,1 Hz/s from 10 Hz to 50 Hz. The amplitude of the sinusoidal vibration shall be agreed between supplier and customer.

The test shall be carried out first with the system in the middle of the contact strips and then at the extremity of the stagger.

Contact force variations as a function of frequency and amplitude of the system shall be recorded.

6.5 Resistance to shocks (supplementary type test)

Unless otherwise agreed between user 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 (see figure 1).

This test shall be carried out 3 times in both longitudinal directions.

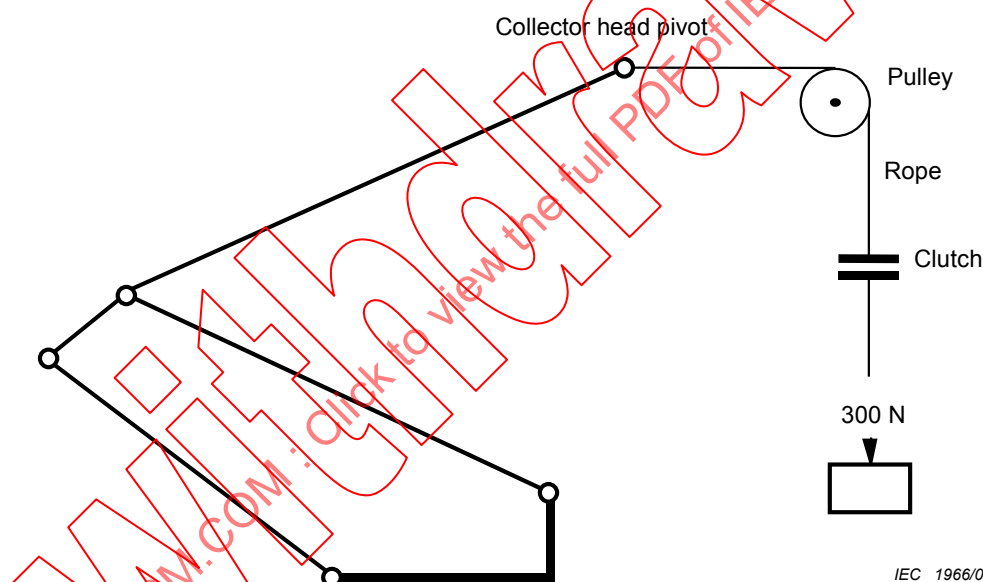


Figure 1 – Test principle

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 less or equal to 30 mm on each side.

Test acceptance criteria:

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

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 au vérin à air). L'assemblage complet doit alors être alimenté à la pression nominale de fonctionnement.

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.

6.7.2 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 aux températures maximale et minimale précisées par les spécifications du client. Si les températures ne sont pas précisées, l'essai doit être effectué à -25°C et à $+40^{\circ}\text{C}$.

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 Mesure de la force de maintien en position repos (essai de type)

La valeur doit être mesurée au moyen d'un instrument fixé sur le pivot de la tête de captage sur lequel une force verticale ascendante est exercée.

Critère d'acceptation:

La force mesurée doit satisfaire aux prescriptions de 4.8.

6.10 Force de levée moyenne totale (essai combiné)

Le pantographe doit être retenu avec sa tête de captage en position horizontale, sans contact avec l'équipement de contact.

La valeur de la force de levée moyenne totale est la somme des forces mesurées sur chaque bande de frottement (ou groupe de bandes de frottement).

Critère d'acceptation:

La force de levée moyenne totale doit être conforme aux prescriptions de 4.5 dans la plage spécifiée des hauteurs de fonctionnement pour une vitesse maximale donnée et dans les deux directions de marche.

6.7 Air tightness tests

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

The test, which shall be carried out 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.

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 the maximum and minimum temperatures specified in the customer specifications. If temperatures are not specified, the test shall be carried out at –25 °C and at +40 °C.

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 Measurement of housing force (type test)

The value shall be measured by means of an instrument fixed to the collector head pivot on which an upward vertical force is exerted.

Test acceptance criteria:

The force measured shall meet the requirements of 4.8.

6.10 Total mean uplift force (combined test)

The pantograph shall be restrained with collector head in the horizontal position, and not in contact with the overhead equipment.

The value of total mean uplift force is the sum of the forces measured on each contact strip (or group of contact strips).

Test acceptance criteria:

The total mean uplift force shall be in accordance with the requirements of 4.5 at the specified range of operating heights for a given maximum speed and in both directions of travel.

6.11 Force totale de frottement (essai combiné)

La valeur de la force totale de frottement est la somme des forces mesurées sur chaque bande de frottement (ou groupe de bandes de frottement).

La force de frottement doit être mesurée aussi près que possible du point de contact, en tenant compte des forces générées par la masse située au-dessus du point de mesure, corrigée par l'accélération de la masse. Le système de mesure ne doit pas affecter le bon comportement dynamique et aérodynamique du pantographe.

NOTE Ce paragraphe est en cours de révision pour tenir compte des travaux en cours dans la sous-commission UIC 57 H2.

Critère d'acceptation:

La force totale de frottement doit être conforme à 4.5 à la vitesse maximale donnée et dans les deux directions de déplacement sous une section représentative de la ligne de contact.

6.12 Essais de captage du courant (essai combiné)

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

6.13 Essais d'échauffement

6.13.1 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 30 s un courant égal au courant maximal, le véhicule étant à l'arrêt.

L'essai doit être effectué avec un conducteur dont la section doit être égale à 90 % de la section de la ligne de contact nominale. Les bandes doivent être «comme neuves» mais doivent être habillées pour simuler une usure initiale. 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.

6.13.2 Essai d'échauffement: courant assigné, véhicule en circulation (essai de type, supplémentaire)

Le but de cet essai est d'établir si la structure du pantographe est capable de transmettre sans dégât le courant nominal, le véhicule étant en circulation.

Le pantographe, sans ses bandes de frottement, est raccordé à un circuit électrique qui doit être capable de fournir pendant 1 h, 50 % du courant assigné capté lors du déplacement, puis immédiatement après, pendant 5 min le courant assigné du véhicule en circulation.

6.11 Total contact force (combined test)

The value of total contact force is the sum of the forces measured on each contact strip (or group of contact strips).

The contact force shall be measured as close to the contact point as possible, with the forces generated by the mass above the measuring point compensated by measuring the acceleration of the mass. The measurement system shall not affect the dynamic and aerodynamic behaviour of the pantograph.

NOTE This subclause is under revision taking into account work in progress in sub-commission UIC 57 H2.

Test acceptance criteria:

The total contact force shall be in accordance with the requirements of 4.5 for a given maximum speed and in both directions of travel under a representative section of the overhead system.

6.12 Current collection tests (combined test)

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

6.13 Heating tests

6.13.1 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 30 s with a current equal to the maximum current, vehicle at standstill.

The test shall be carried out with a conductor whose cross-section shall be 90 % of the cross-section of the nominal contact line. The strips shall be in the “as new” condition but shall be dressed to simulate initial wear. 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.

6.13.2 Heating test: rated current vehicle running (supplementary type test)

The purpose is to establish whether the pantograph structure is capable of carrying the rated current, vehicle running, without damage.

The pantograph without its contact strips shall be connected in a circuit whose supply shall provide for 1 h, 50 % of the rated current which shall be collected when running and then immediately after for 5 min with a current equal to the rated current vehicle running.

Pour cet essai, l'alimentation doit être connectée à travers le nombre total de shunts reliant les bandes de frottement de la tête de captage au cadre.

Au cours de cet essai, la température et le courant doivent être enregistrés en fonction du temps dans les sections critiques.

Critère d'acceptation:

Il ne doit apparaître aucun signe d'échauffement sur quelque partie du pantographe que ce soit.

6.13.3 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 (par exemple une locomotive tractant un train en ligne) 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

Il convient que le plan d'inspection 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.

For this test, the supply shall be connected to the total number of shunts connecting the contact strips to the collector head/frame.

During this test, temperature and current against time shall be recorded in critical sections.

Test acceptance criteria:

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

6.13.3 Field test (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 (e.g. a locomotive hauling a train on a line) 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 sign of over-heating on any part of the collector head.

7 Inspection plan

The inspection plan should be in accordance with ISO 9001 unless otherwise specified in the customer specifications.

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

La durée de vie à la conception de la structure du pantographe (cadre, bâti) et du système de manœuvre doit être de 12×10^6 km ou 30 ans, en prenant celle des deux valeurs qui est la plus rapprochée, sauf accord contraire sur d'autres valeurs entre utilisateur et constructeurs.

La structure et le système de manœuvre doivent inclure les produits consommables qui ont une durée de vie plus courte. 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 2×10^6 km ou 5 ans, selon celle qui est la plus rapprochée.

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 sur le terrain.

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 Maintenance

9.1 Structure

The design life of the pantograph structure (frame, base frame) and operating system shall be 12×10^6 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 2×10^6 km or 5 years, whichever is sooner.

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 on the field.

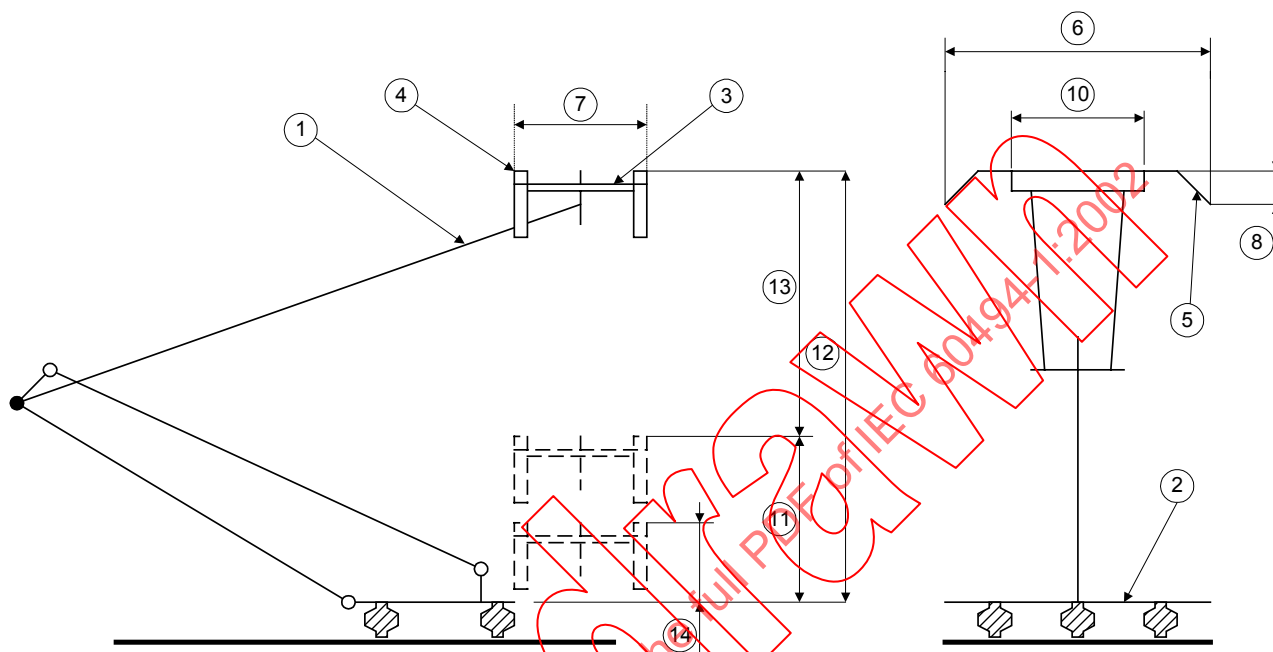
10 Electromagnetic compatibility (EMC)

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 in preparation.

Annexe A (normative)

Terminologie du pantographe



IEC 1967/02

Figure A.1 – Terminologie du pantographe

NOTE 1 Cette annexe fait référence à 3.2.

NOTE 2 Le croquis ci-dessus n'est qu'un exemple et n'exclut pas d'autres types de pantographes (type en losange, par exemple).