

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et
essais –
Partie 2: Pantographes pour métros et tramways**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et
essais –
Partie 2: Pantographes pour métros et tramways**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1090-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions, symbols and abbreviations	8
3.1 General	8
3.2 Design	8
3.3 General characteristics	10
3.4 Symbols and Abbreviations	10
4 Technical requirements	11
4.1 Gauge	11
4.2 Extension of the pantographs	11
4.3 Electric values	11
4.4 Static contact force tolerances	11
4.5 Transverse rigidity	11
4.6 Collector head	11
4.6.1 Head profiles	11
4.6.2 Contact strips	11
4.7 Operating system	12
4.7.1 General	12
4.7.2 Electric motor	12
4.8 Automatic dropping device (ADD)	12
4.9 Pantograph mass and force on the roof	12
4.10 Protection against corrosion	12
5 Marking	12
6 Tests	12
6.1 Categories of tests	12
6.1.1 Overview	12
6.1.2 Type tests	13
6.1.3 Routine tests	13
6.1.4 Investigation tests	13
6.1.5 Combined tests	13
6.2 General tests	13
6.2.1 Visual inspection (routine test)	13
6.2.2 Weighing (type test)	14
6.2.3 Dimensions	14
6.2.4 Identification (routine test)	14
6.2.5 Functional check of ADD (routine test)	14
6.3 Operating tests	15
6.3.1 Measurement of static contact force at ambient temperature (routine test)	15
6.3.2 Checking of the operating system of the pantograph (routine test)	15
6.3.3 Operating climatic test (supplementary type test)	15
6.3.4 Measurement of mean static contact force at ambient temperature (investigation test)	16
6.4 Endurance tests	16

6.4.1	Raising/lowering operations (type test)	16
6.4.2	Resistance to vibrations	16
6.5	Resistance to shocks (supplementary type test)	17
6.6	Transverse rigidity test (type test)	17
6.7	Air tightness tests	18
6.7.1	General	18
6.7.2	Air tightness tests on pantograph mounted pneumatic equipment (routine test)	18
6.7.3	Air tightness climatic test (type test)	18
6.8	Measurement of degrees of freedom of collector head (routine test)	18
6.9	Current collection tests (combined test)	19
6.10	Current heating tests	19
6.10.1	Heating tests: rated and maximum current, vehicle at standstill (supplementary type test)	19
6.10.2	Heating test: simulation of running vehicle (supplementary type test)	19
6.10.3	Field tests (combined test)	19
7	Inspection plan	20
8	Reliability	20
8.1	General	20
8.2	Specification	20
8.3	In-service reliability demonstration	20
9	Maintenance	20
9.1	Structure	20
9.2	Collector head structure	21
9.3	Maintainability	21
Annex A (normative)	Static contact force tolerances	22
Annex B (normative)	List of tests	23
Annex C (informative)	Items to be specified in customer specifications	24
Annex D (informative)	Static contact force tolerances in Japan	25
Bibliography		26
Figure 1	Pantograph terminology	9
Figure 2	Test principle	17
Figure A.1	Static contact force tolerances (grey area)	22
Table 1	Design definitions	8
Table 2	Lateral deviation of the collector head	11
Table 3	Transverse rigidity	18
Table B.1	Catalogue of tests	23
Table D.1	Static contact force tolerances in Japan [N]	25

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60494-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard is based on EN 50206-2.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 2002 and constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

- simplification and standardization of the tolerances for static contact force (Annexes A and B);
- adjustment of terms (static contact force instead of static force);
- deletion of Clause 10;

- new Annex D "Static contact force tolerances in Japan".

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

FDIS	Report on voting
9/1822/FDIS	9/1846/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.

A list of all parts in the IEC 60494 series, published under the general title *Railway applications – Rolling stock – Pantographs – Characteristics and tests*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

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 overhead line equipment form two oscillating sub-systems which can be displaced. There exists a unilateral sliding linkage between them, which shall ensure continuous contact. Their design shall allow for minimum wear of both sub-systems when used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

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, to enable current collection from the overhead line equipment. 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. If no other requirement is agreed between customer and supplier, insulation coordination according to IEC 62497-1 may be used.

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 equipment 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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. 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: Electrotechnical components – General rules*

IEC 60529:1989, *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*

IEC 62278 (all parts), *Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*

IEC 62486, *Railway applications – Current collection systems – Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)*

IEC 62498-1, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

EN 50317, *Railway applications – Current collection systems – Requirements for and validation of measurements of the dynamic interaction between pantograph and overhead contact line*¹

3 Terms and definitions, symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 General

3.1.1

supplier

manufacturer of the pantograph

3.1.2

customer

either operating authority or vehicle manufacturer

3.1.3

pantograph (see Figure 1)

apparatus for collecting current from one or more contact wires, formed of a hinged device designed to allow vertical movement of the pantograph head

[IEC 60050-811:1991, 811-32-02]

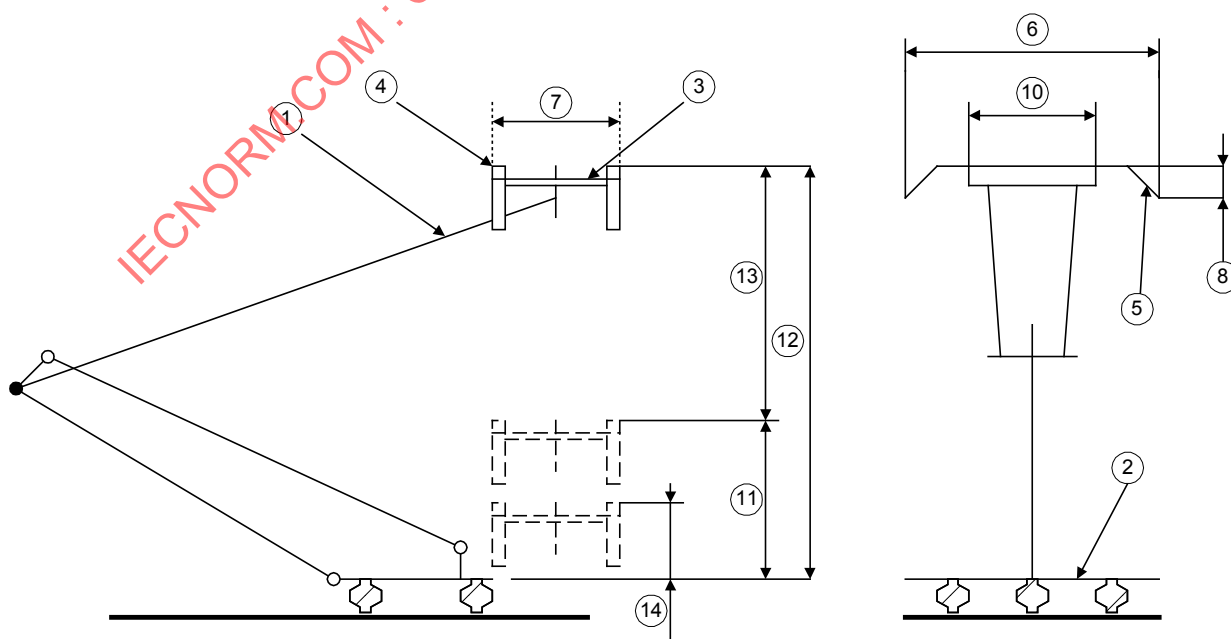
3.2 Design

Table 1 – Design definitions

Def. No.	Term	Item No.	Definition
3.2.1	frame	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	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	3	part of the pantograph supported by the frame which includes contact strips, horns and may include a suspension
3.2.4	contact strip	4	replaceable wearing part of the collector head which interfaces with the overhead line equipment
3.2.5	horns	5	ends of the collector head which ensure smooth engagement with the contact wire
3.2.6	collector head length	6	dimension of collector head measured transversely in the horizontal plane in relation to the vehicle
3.2.7	collector head width	7	maximum distance measured along the axis of the track between the outer edges of the contact strips
3.2.8	collector head height	8	vertical distance between the lowest point of the horns and the upper most point of the contact strips
3.2.9	collector head pivot	9	pitching axis of the collector head

¹ EN 50317 is under consideration at the IEC and will be published as IEC 62846.

Def. No.	Term	Item No.	Definition
3.2.10	length of contact strips	10	total length of wearable material intended for normal interaction measured transversely in relation to the vehicle
3.2.11	height at "lower operating position"	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"	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	13	difference between the "upper operating position" height and the "lower operating position" height
3.2.14	housed height	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"	15	vertical distance between the highest live part and the lowest live part of the pantograph at housed position
3.2.16	operating system	16	device which provides a force to raise or to lower the pantograph
3.2.17	maximum extension	17	maximum extended height to mechanical stops (vertical distance between the pantograph mounting plane on the top of insulators and the upper surface of contact strips, without any device which will limit the pantograph extension within the working range)
3.2.18	extension range	18	difference between height at upper operating position and housed height (vertical distance between the pantograph mounting plane on the top of insulators and the upper surface of contact strips)
3.2.19	Automatic dropping device	19	Device that lowers the pantograph in the event of pantograph head failure or damage of the pantograph head.
NOTE The definitions in Table 1 are related to Figure 1, except items 9, 15, 16, 17, 18, and 19.			



IEC 2234/13

NOTE The sketch in Figure 1 is an example only and does not exclude other types of pantographs (diamond type, for example).

Figure 1 – Pantograph terminology

3.3 General characteristics

All general characteristics are given in the customer specifications. Unless otherwise specified, environmental conditions are defined in IEC 62498-1. The category of environment has to be specified by the customer.

3.3.1

rated voltage

voltage at which the pantograph is designed to function

3.3.2

rated current, vehicle at standstill

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

3.3.3

maximum current, vehicle at standstill

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

3.3.4

rated current, vehicle running

continuous current transfer capacity of the pantograph

3.3.5

static contact force

vertical force exerted upward by the collector head on the overhead line equipment

3.3.6

nominal static contact force

specified set point for the static contact force

3.3.7

mean static contact force

average of the actual values of static contact forces

Note 1 to entry: evaluated as follows: the static contact forces are measured continually within the working range during raising (F_r) and lowering (F_l) operation. By convention, the mean static contact force at any point is equal to $\frac{F_r + F_l}{2}$

3.3.8

target static contact force

upward force measured at the standard working height of the pantograph when the pantograph is raised at 0,05 m/s under the same conditions as in actual use.

3.4 Symbols and abbreviations

ADD Automatic dropping device

E Extension range

F_0 Natural transverse frequency

F_r Force during raising the pantograph

F_l Force during lowering the pantograph

MDBF Mean distance between failure

Γ Acceleration at collector head pivot

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 state the values in relationship with items 10 to 13 in Table 1. In the absence of specifications in the tender documents, when the pantograph is raising or lowering, the lateral deviation of the collector head trajectory from the vertical line over the working range shall be in accordance with Table 2.

Table 2 – Lateral deviation of the collector head

Extension range m	Maximum lateral deviation from vertical line mm
$E < 1$	10
$1 \leq E < 2$	20
$E \geq 2$	30

4.3 Electric values

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

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

Values defined in 3.3.1 to 3.3.3 shall be given in the customer specifications.

4.4 Static contact force tolerances

Unless larger tolerances are agreed between user and supplier, static contact forces measured during raising and lowering shall lie within the boundaries defined in Annex A.

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 items 6 to 8 of Table 1 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. In the absence of customer specifications IEC 62486 can be considered.

4.7 Operating system

4.7.1 General

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.

4.7.2 Electric motor

Under environmental conditions considered in IEC 62498-1, the electrical motor shall be in accordance with the requirements of IEC 60077-1 and IEC 60077-2.

In the absence of any special requirements in the customer specifications, the electrical motor shall be protected following IP55 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 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 or without insulators. Any additional forces applied by the operating system at standstill 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 name;
- pantograph serial number;
- type of pantograph;
- month and year of production.

6 Tests

6.1 Categories of tests

6.1.1 Overview

There are four categories of tests:

- type tests;
- routine tests;

- investigation tests;
- combined tests.

The above tests are described in 6.1.2 to 6.1.5.

Annex B summarises the tests which shall be performed.

6.1.2 Type tests

This International 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 will be considered to be covered by the existing type tests, provided that any such changes can be demonstrated to be at least equal to the basic design through calculation or operational experience.

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 are requested in the customer specification and after agreement with the supplier.

6.1.3 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 performed on a number of apparatus taken at random from a batch).

6.1.4 Investigation tests

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

6.1.5 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 equipment 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 surface treatments shall have been carried out (see 4.10).

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 Operating tests

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

If a damper is fitted, this shall be disconnected.

The static contact force shall be measured between upper and lower operating position 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 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.

For manually operated pantographs, method of operations during test shall 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.

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

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 $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ambient humidity.

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

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

Test acceptance criteria:

During and after the tests, the pantograph shall operate satisfactorily in accordance with the acceptance criteria given in 6.3.2.

6.3.4 Measurement of mean static contact force at ambient temperature (investigation test)

If a damper is fitted, the test described in 6.3.1 shall be repeated with the damper in place.

6.4 Endurance tests

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

6.4.1 Raising/lowering operations (type test)

The pantograph fitted with a collector head which has the largest mass designed for that pantograph, is 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 (air or electric) is at the minimum value indicated in IEC 60077-1 and IEC 60077-2.

If the customer specification requires a different number of operations, then the test and the acceptance requirement shall be the subject of agreement between customer and supplier.

NOTE The number of 10 000 was derived from assumptions about average figures of life time, days of operation per year and number of raising and lowering operations per day.

Test acceptance criteria:

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

There shall be no abnormal wear.

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

6.4.2 Resistance to vibrations

6.4.2.1 General

The pantograph and any attached component (electrical and/or pneumatic) shall be capable of withstanding the vibration and shock given by the test requirements of IEC 61373.

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

The natural transverse frequency (F_0) shall be measured. 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.

6.4.2.3 Transverse vibration tests (supplementary 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. The pantographs shall meet the requirements of 6.3.1 and 6.3.2.

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 raised at the nominal static contact force and tethered between collector head pivot and base frame at 75 % of its upper operating position. A 300 N force shall be applied longitudinally on the collector head pivot, and then abruptly disconnected (Figure 2).

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

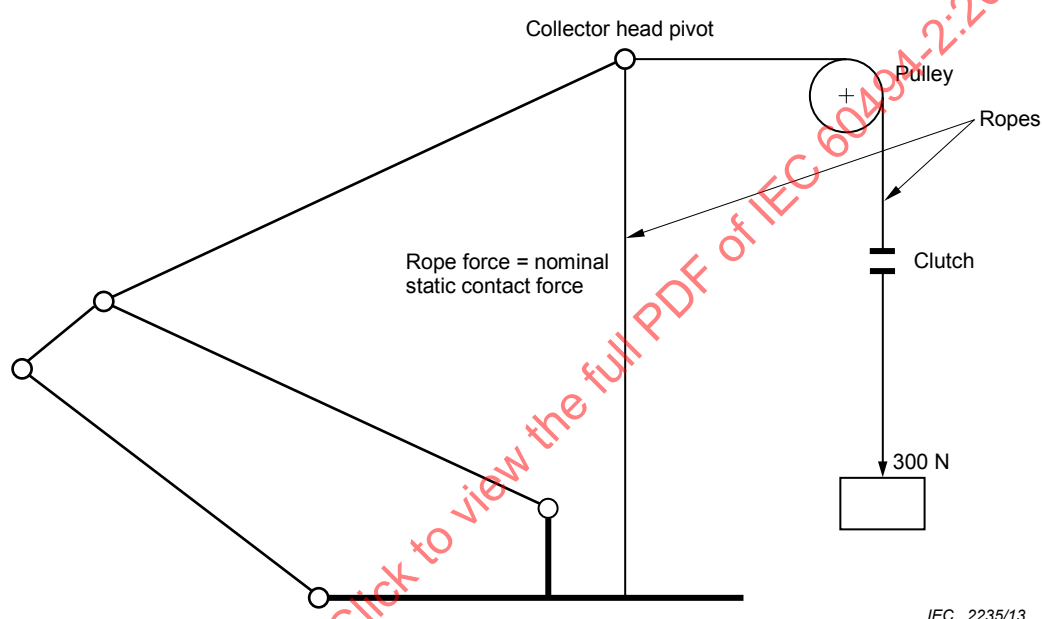


Figure 2 – Test principle

Test acceptance criteria:

There shall be no deterioration of the pantograph.

6.6 Transverse rigidity test (type test)

The pantograph shall be extended to its 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 3.

Table 3 – Transverse rigidity

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

Test acceptance criteria:

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

6.7 Air tightness tests

6.7.1 General

The following applies if the operating system is of the pneumatic type.

6.7.2 Air tightness tests on pantograph mounted pneumatic equipment (routine test)

The test, which shall be carried out at ambient temperature, checks the sealing of the pantograph mounted pneumatic equipment (except regulators).

It shall be connected to a tank whose volume is the same as the pantograph mounted pneumatic equipment. 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.

6.7.3 Air tightness climatic test (type test)

A tank, as described in 6.7.2, shall be used in this test. The test shall be carried out at $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and at $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 collector head degrees of freedom 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)

The dynamic interaction between pantograph and overhead line equipment shall be evaluated with a measurement system according to EN 50317 for a given speed and in both directions of movement under a representative section of the overhead line equipment.

Test acceptance criteria:

The limits given in the customer specification shall not be exceeded.

6.10 Current 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 contact wire of a section and a type identical to those of the mid-life contact wire. The force between the contact strips and the contact wire shall be the nominal static contact force.

During the test the temperature of the contact wire shall be measured as close as possible to the point of contact.

Test acceptance criteria:

The temperature of the contact wire shall not exceed that defined in the customer specification.

6.10.2 Heating test: simulation of running vehicle (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 the contact strips shall be connected in a circuit whose supply shall provide for 1 h, 50 % of 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.

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

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

Test acceptance criteria:

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

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

6.10.3 Field tests (combined test)

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

The test shall be carried out with the pantograph installed on the roof of the vehicle and with an electrical 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. It is permitted to evaluate only maximum temperatures by attaching thermo labels.

Test acceptance criteria:

There shall be no sign 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

8.1 General

Reliability specification shall be agreed between manufacturer and customer.

8.2 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 line 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 Distance between Failures (MDBF), separately for categories A, B and C.

8.3 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 IEC 62278 series.

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 may 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 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.

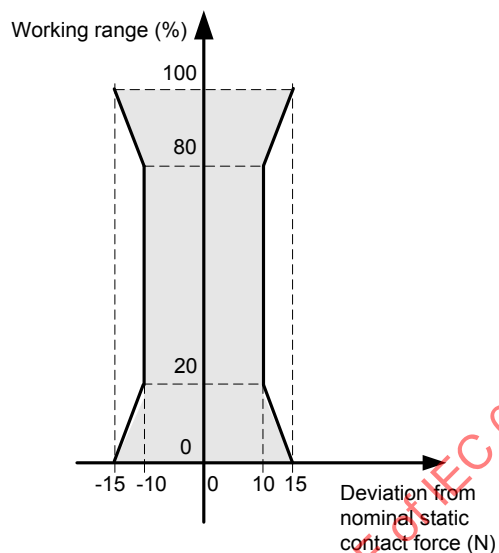
The extent of the maintenance documentation shall be defined in customer specifications.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

Annex A (normative)

Static contact force tolerances



IEC 2236/13

Figure A.1 – Static contact force tolerances (grey area)

Refer to Table 1 and Figure 1 in 3.2 for the definition of “working range” and to 3.3.6 for the definition of “nominal static contact force”.

Annex B (normative)

List of tests

Table B.1 – Catalogue of tests

Test description	Routine test	Type test		Investigation test	Combined test
		Mandatory	Supplementary		
General tests (6.2)					
– visual inspection	X	X			
– weighing	.....	X			
– collector head length	X	X			
– collector head height	X	X			
– collector head width	.....	X			
– head profile	.....	X			
– length of contact strips	.....	X			
– housed height	X	X			
– maximum extension	X	X			
– electrical thickness	X	X			
– distance between mounting points	X	X			
– identification	X	X			
– functional check of automatic dropping device (ADD)	X	.....	X		
Operating tests (6.3)					
– static contact force	X	X			
– checking operating system	X	X			
– operating climatic test	.....	.....	X		
Endurance tests (6.4)					
– raising/lowering operations	.....	X			
– transverse vibrations	.....	.....	X		
Resistance to shocks (6.5)	.....	.....	X		
Transverse rigidity test (6.6)	.....	X			
Air tightness tests (6.7)					
– pantograph mounted pneumatic equipment	X	X			
– tightness climatic test	.....	X			
Measurements (6.8)					
– degrees of freedom of collector head	X	X			
Current collection (6.9)	.....	.....	.....	.....	X
Current heating tests (6.10)					
– at standstill	.....	.....	X		
– simulation of running vehicle	.....	.....	X		
– field tests	.....	.....	.....	.....	X

Annex C (informative)

Items to be specified in customer specifications

	Clause/Subclause
• Characteristics of the railway equipment and infrastructure	3.3
• Category of environment	3.3
• Rated voltage	3.3.1
• Rated current, vehicle at standstill	3.3.2
• Maximum current, vehicle at standstill	3.3.3
• Rated current, vehicle running	3.3.4
• Nominal static contact force	3.3.6
• Extension of the pantograph	4.2
• Electric values	4.3
• Head profiles	4.6.1
• Contact strips	4.6.2
• Electrical motor	4.7.2
• Automatic dropping device (ADD)	4.8
• Protection against corrosion	4.10
• Supplementary type tests	6.1.2
• Investigation tests	6.1.4
• Combined tests	6.1.5
• Test condition for operating climatic tests	6.3.3
• Test condition for tightness climatic test	6.7.3
• Field tests	6.10.2
• Inspections	7
• Reliability	8
• Consumables design life	9.1
• Collector head design life	9.2

Annex D (informative)

Static contact force tolerances in Japan

Table D.1 – Static contact force tolerances in Japan

Item		For conventional line cars N
Target static contact force		59
Contact force throughout entire acting range	Ascent	49 minimum
	Descent	83 maximum
Difference in contact force between ascent and descent at standard acting height		Within 15
Difference in contact force between ascent and descent over entire acting height		Within 20
NOTE These figures represent those of pantographs without dampers.		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

Bibliography

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

IEC 62497-1, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

ISO 9001:2008, *Quality management systems – Requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes et définitions, symboles et abréviations	34
3.1 Généralités	34
3.2 Conception	34
3.3 Caractéristiques générales	36
3.4 Symboles et abréviations	37
4 Exigences techniques	37
4.1 Gabarit	37
4.2 Développement des pantographes	37
4.3 Valeurs électriques	37
4.4 Tolérances de la force statique	38
4.5 Rigidité mécanique transversale	38
4.6 Tête de captage	38
4.6.1 Profils de la tête	38
4.6.2 Bandes de frottement	38
4.7 Mécanisme de commande	38
4.7.1 Généralités	38
4.7.2 Moteur électrique	38
4.8 Dispositif d'abaissement automatique (ADD)	38
4.9 Masse du pantographe et force sur la toiture	38
4.10 Protection contre la corrosion	39
5 Marquage	39
6 Essais	39
6.1 Catégories d'essais	39
6.1.1 Vue d'ensemble	39
6.1.2 Essais de type	39
6.1.3 Essais de série	39
6.1.4 Essais d'investigation	40
6.1.5 Essais combinés	40
6.2 Essais généraux	40
6.2.1 Examen visuel (essai de série)	40
6.2.2 Masse (essai de type)	40
6.2.3 Dimensions	40
6.2.4 Identification (essai de série)	41
6.2.5 Contrôle fonctionnel du dispositif d'abaissement automatique (essai de série)	41
6.3 Essais en fonctionnement	41
6.3.1 Mesure de la force de contact statique à température ambiante (essai de série)	41
6.3.2 Contrôle du mécanisme de commande du pantographe (essai de série)	41
6.3.3 Essais climatiques en fonctionnement (essai de type facultatif)	42
6.3.4 Mesure de la force de contact statique moyenne à température ambiante (essai d'investigation)	42

6.4	Essais d'endurance	42
6.4.1	Montée/descente (essai de type)	42
6.4.2	Résistance aux vibrations	43
6.5	Résistance aux chocs (essai de type facultatif)	43
6.6	Essai de rigidité transversale (essai de type)	44
6.7	Essais d'étanchéité à l'air	44
6.7.1	Généralités	44
6.7.2	Essais d'étanchéité à l'air de l'équipement pneumatique monté sur le pantographe (essai de série)	45
6.7.3	Essai climatique d'étanchéité (essai de type)	45
6.8	Mesure des degrés de liberté de la tête de captage (essai de série)	45
6.9	Essais de captage du courant (essai combiné)	45
6.10	Essais d'échauffement électrique	45
6.10.1	Essais d'échauffement: courant assigné et courant maximal du véhicule à l'arrêt (essai de type facultatif)	45
6.10.2	Essai d'échauffement: simulation du véhicule en circulation (essai de type facultatif)	46
6.10.3	Essais en ligne (essai combiné)	46
7	Plan d'inspection	47
8	Fiabilité	47
8.1	Généralités	47
8.2	Spécification	47
8.3	Démonstration de la fiabilité en service	47
9	Maintenance	47
9.1	Structure	47
9.2	Structure de la tête de captage	47
9.3	Maintenabilité	47
Annexe A (normative)	Tolérances de force de contact statique	49
Annexe B (normative)	Liste des essais	50
Annexe C (informative)	Articles à indiquer dans les spécifications du client	51
Annexe D (informative)	Tolérances de force de contact statique au Japon	52
Bibliographie	.....	53
Figure 1	– Terminologie des pantographes	36
Figure 2	– Principe de l'essai	44
Figure A.1	– Tolérances de force de contact statique (zone grisée)	49
Tableau 1	– Définitions liées à la conception	34
Tableau 2	– Ecart latéral de la tête de captage	37
Tableau 3	– Rigidité transversale	44
Tableau B.1	– Catalogue des essais	50
Tableau D.1	– Tolérances de force de contact statique au Japon	52

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2: Pantographes pour métros et tramways

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets 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: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette norme est basée sur l'EN 50206-2.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002, dont elle constitue une révision technique.

Les principaux changements techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

- simplification et normalisation des tolérances de force de contact statique (Annexes A et B);

- rectification de termes (force de contact statique au lieu de force statique);
- suppression de l'Article 10;
- nouvelle Annexe D "Tolérances de force de contact statique au Japon".

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1822/FDIS	9/1846/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60494, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Pantographes – Caractéristiques et essais*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

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 pantographe(s), 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 le matériel de ligne aérienne 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 doit assurer un contact continu. Leur conception doit minimiser l'usure des 2 sous-systèmes.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60494-2:2013

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

Partie 2: Pantographes pour métros et tramways

1 Domaine d'application

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

La présente Norme ne s'applique pas aux essais de tenue en tension du pantographe, qui sont à réaliser lorsque celui-ci est monté sur le toit du véhicule. Si aucune autre exigence n'est convenue entre le client et le fournisseur, une coordination de l'isolement conforme à la CEI 62497-1 peut être utilisée.

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

La présente Norme concerne les systèmes à suspension conventionnelle pour matériels de lignes aériennes 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 suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

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

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

CEI 62278 (toutes les parties), *Applications ferroviaires – Spécification et démonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS)*

CEI 62486, *Applications ferroviaires – Systèmes de captage du courant – Critères techniques d'interaction entre le pantographe et la ligne aérienne de contact (réalisation du libre accès)*

CEI 62498-1, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 1: Equipement embarqué du matériel roulant*

EN 50317, *Applications ferroviaires – Systèmes de captage de courant – Prescriptions et validation des mesures de l'interaction dynamique entre le pantographe et la caténaire*¹

3 Termes et définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Généralités

3.1.1

fournisseur

constructeur du pantographe

3.1.2

client

exploitant ou constructeur du véhicule

3.1.3

pantographe (voir Figure 1)

appareil de prise de courant sur le ou les fils de contact, constitué par un système articulé prévu pour permettre une translation verticale de la semelle de pantographe

[CEI 60050-811:1991, 811-32-02]

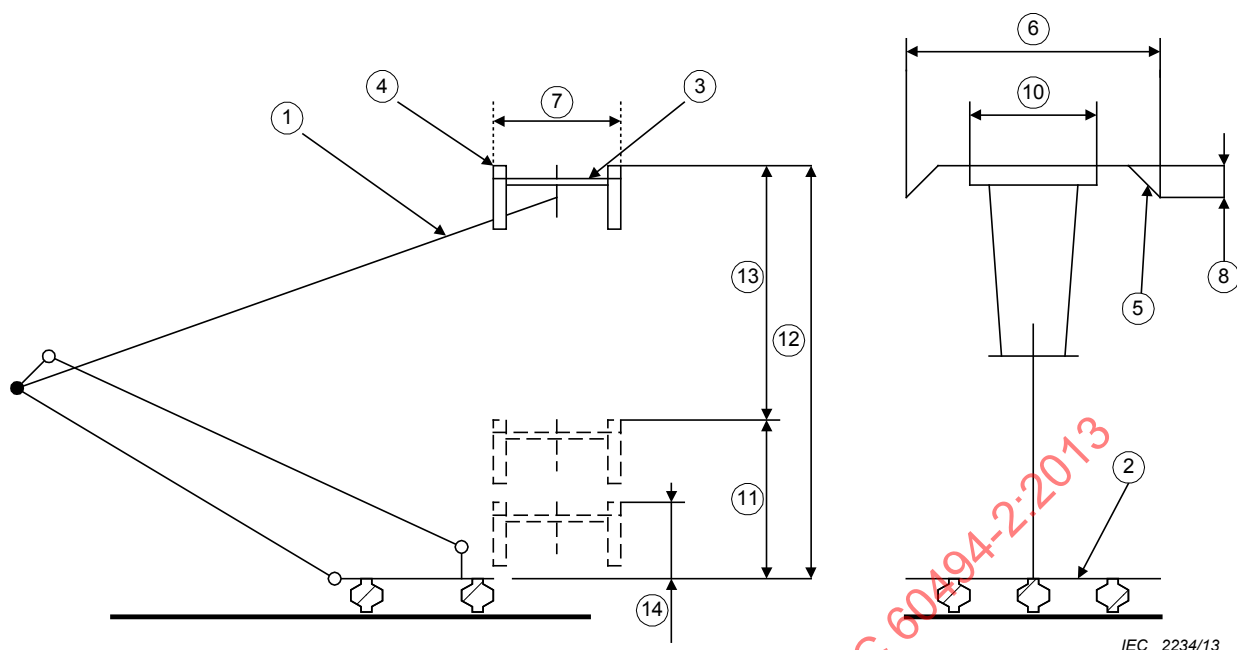
3.2 Conception

Tableau 1 – Définitions liées à la conception

N° de déf.	Terme	N° de point	Définition
3.2.1	cadre	1	structure articulée qui est capable de déplacer verticalement la tête de captage par rapport au bâti du pantographe
3.2.2	bâti	2	partie fixe du pantographe qui supporte le cadre et est montée grâce à des isolateurs sur le toit du véhicule
3.2.3	tête de captage	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	4	partie remplaçable de la tête de captage qui interface avec le matériel de ligne aérienne
3.2.5	cornes	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	6	dimension de la tête de captage mesurée transversalement au plan horizontal par rapport au véhicule
3.2.7	largeur de la tête de captage	7	distance maximale mesurée le long de l'axe de la voie entre les bords extérieurs des bandes de frottement
3.2.8	hauteur de la tête de captage	8	distance verticale entre le point le plus bas de la corne et le point le plus haut de la bande de frottement
3.2.9	pivot de la tête de captage	9	axe de rotation de la tête de captage
3.2.10	longueur des bandes de frottement	10	longueur totale du matériau d'usure, prévu pour une utilisation normale, mesurée transversalement par rapport au véhicule

¹ L'EN 50317 est à l'étude à la CEI et sera publiée en tant que CEI 62846.

N° de déf.	Terme	N° de point	Définition
3.2.11	hauteur de la "position basse de travail"	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 levé au niveau le plus bas qui, par construction, permet de capter le courant
3.2.12	hauteur de la "position haute de travail"	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 qui, par construction, permet de capter le courant
3.2.13	plage de fonctionnement	13	différence entre la hauteur de la "position la plus haute de travail" et la hauteur de la "position la plus basse de travail"
3.2.14	hauteur en position de repos	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	15	distance verticale entre la partie la plus haute sous tension et la plus basse partie du pantographe en position de repos
3.2.16	mécanisme de commande	16	dispositif qui fournit une force pour lever ou pour abaisser le pantographe
3.2.17	développement maximal	17	hauteur de développement maximal permise par les butées mécaniques (distance verticale entre le plan de montage du pantographe au-dessus des isolateurs et le plan supérieur des bandes de frottement, sans aucun dispositif en vue de limiter le développement du pantographe dans la plage de fonctionnement)
3.2.18	plage de développement	18	différence entre la hauteur de la position la plus haute de travail et la hauteur de la position de repos (distance verticale entre le plan de montage du pantographe au-dessus des isolateurs et le plan supérieur des bandes de frottement)
3.2.19	Dispositif d'abaissement automatique	19	Dispositif qui déclenche l'abaissement du pantographe s'il survient une défaillance ou un endommagement de la tête du pantographe.
NOTE Les définitions du Tableau 1 sont liées à la Figure 1, à l'exception des points 9, 15, 16, 17, 18 et 19.			



NOTE Le croquis de la Figure 1 ne constitue qu'un exemple et n'exclut pas d'autres types de pantographes (de type diamant, par exemple).

Figure 1 – Terminologie des pantographes

3.3 Caractéristiques générales

Toutes les caractéristiques générales sont fournies dans les spécifications du client. Sauf spécifications contraires, les conditions d'environnement sont précisées par la CEI 62498-1. La catégorie d'environnement doit être spécifiée par le client.

3.3.1

tension assignée

tension pour laquelle le pantographe est conçu

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 par la spécification du client

3.3.4

courant assigné, véhicule en circulation

capacité de transfert du courant continu du pantographe

3.3.5

force de contact statique

force verticale ascendante exercée par la tête de captage sur le matériel de ligne aérienne

3.3.6

force de contact statique nominale

valeur de consigne spécifiée pour la force de contact statique

3.3.7**force de contact statique moyenne**

moyenne des valeurs réelles des forces de contact statiques

Note 1 à l'article: évaluées comme suit: les forces de contact statiques sont mesurées d'une manière continue dans la plage de fonctionnement durant la montée (F_r) et la descente (F_l) du pantographe. Par convention, la force de contact statique moyenne en un point quelconque est égale à $\frac{F_r + F_l}{2}$

3.3.8**force de contact statique cible**

force ascendante mesurée à la hauteur normalisée de la plage de fonctionnement lorsque le pantographe est levé à 0,05 m/s dans des conditions identiques à celles d'une utilisation réelle

3.4 Symboles et abréviations

ADD	Dispositif d'abaissement automatique (<i>Automatic Dropping Device</i>)
E	Gamme de développement
F_0	Fréquence transversale naturelle
F_r	Force pendant la montée du pantographe
F_l	Force pendant la descente du pantographe
MDBF	Distance moyenne entre défaillances (<i>Mean Distance Between Failure</i>)
Γ	Accélération au niveau pivot de la tête de captage

4 Exigences techniques**4.1 Gabarit**

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

4.2 Développement des pantographes

Les spécifications du client doivent indiquer les valeurs relatives aux points 10 à 13 du Tableau 1. En cas d'absence de spécifications dans l'appel d'offre, lorsque le pantographe est levé ou abaissé, l'écart latéral de la trajectoire de la tête de captage par rapport à la ligne verticale au-delà de la plage de fonctionnement doit être conforme aux valeurs indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Ecart latéral de la tête de captage

Plage de développement m	Ecart maximal latéral par rapport à la ligne verticale mm
$E < 1$	10
$1 \leq E < 2$	20
$E \geq 2$	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 surtensions attendues pour les pantographes en fonctionnement ou au repos.

Les valeurs définies en 3.3.1 à 3.3.3 doivent être indiquées dans les spécifications du client.

4.4 Tolérances de la force statique

Sauf si des tolérances supérieures font l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur, les forces de contact statiques mesurées lors de la montée et la descente du pantographe doivent rester dans les limites définies en Annexe A.

4.5 Rigidité mécanique transversale

Quand une force transversale est exercée sur une partie du châssis 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 la tête

La spécification du client doit indiquer des valeurs en relation avec les points 6 à 8 du Tableau 1 ainsi que les profils de la tête de captage.

4.6.2 Bandes de frottement

La conception du matériau de la bande de frottement et/ou celle de la bande de frottement doivent être définies dans les spécifications du client. En l'absence de spécifications client, la CEI 62486 peut être prise en compte.

4.7 Mécanisme de commande

4.7.1 Généralités

Le mécanisme de commande doit être conçu pour assurer, du repos jusqu'à la vitesse maximale de l'engin de traction, qu'aucune rupture du fil de contact ne provoque d'endommagement permanent au niveau du fil ou des bandes de frottement dans des conditions normales de fonctionnement.

La conception du mécanisme de commande doit permettre l'installation d'un dispositif manuel assurant le fonctionnement en cas de perte d'énergie.

4.7.2 Moteur électrique

Dans les conditions d'environnement considérées dans la CEI 62498-1, le moteur électrique doit être conforme aux exigences de la CEI 60077-1 et la CEI 60077-2.

En l'absence d'exigences particulières dans les spécifications du client, le moteur électrique doit avoir un degré de protection IP55 selon les exigences de la CEI 60529.

4.8 Dispositif d'abaissement automatique (ADD)

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

L'ADD ne doit pas causer de dommages supplémentaires au pantographe.

4.9 Masse du pantographe et force sur la toiture

Le fournisseur du pantographe doit spécifier la masse du pantographe, de même que les tolérances appropriées, avec ou sans les isolateurs. Toute force supplémentaire exercée par le système de manœuvre en position de repos doit être définie par le fournisseur.

4.10 Protection contre la corrosion

Les spécifications relatives aux exigences et au type de protection anticorrosion doivent être données dans les spécifications du client.

5 Marquage

Le pantographe doit porter les indications minimales suivantes:

- nom du constructeur;
- numéro de série du pantographe;
- type du pantographe;
- mois et année de production.

6 Essais

6.1 Catégories d'essais

6.1.1 Vue d'ensemble

Il y a 4 catégories d'essai:

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

Les essais ci-dessus sont définis de 6.1.2 à 6.1.5.

L'Annexe B résume les essais qui doivent être réalisés.

6.1.2 Essais de type

La présente Norme internationale fait une distinction entre le modèle de base d'un pantographe et le modèle dérivé de ce même pantographe. Le modèle dérivé peut intégrer des modifications de conception de base; celles-ci seront considérées comme satisfaisant aux essais de type existants, à condition qu'il puisse être démontré grâce au calcul ou à une utilisation pratique que ces modifications sont au moins égales à la conception de base.

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

L'équipement actuellement en fabrication doit être considéré avoir satisfait aux essais de type et doit être exempté de ceux-ci si le fabricant fournit des rapports authentifiés d'essais de type d'un appareil identique construit précédemment.

Les essais de type facultatifs doivent être exigés s'ils sont demandés dans la spécification du client et après accord avec le fournisseur.

6.1.3 Essais de série

Les essais de série doivent être réalisés pour vérifier que les caractéristiques d'un produit correspondent à celles mesurées durant l'essai de type. Les essais de série doivent être réalisés par le fournisseur sur chaque équipement. Pour certains appareillages, les essais 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 le lot).

6.1.4 Essais d'investigation

Les essais d'investigation sont des essais spéciaux, qui sont facultatifs, et réalisés sur un seul appareil pour obtenir des informations supplémentaires. Ils sont exigés seulement s'ils sont spécifiés dans les spécifications du client.

6.1.5 Essais combinés

Les essais combinés sont des essais spéciaux et facultatifs qui ne peuvent être réalisés que dans un environnement de fonctionnement. Ils doivent prendre en compte le type de véhicule à utiliser, sa vitesse et son sens de déplacement. Ils doivent être effectués en utilisant la voie et/ou le matériel de ligne aérienne, définis par les spécifications du client.

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

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

6.2 Essais généraux

6.2.1 Examen visuel (essai de série)

Le pantographe doit être complètement assemblé.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

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

6.2.2 Masse (essai de type)

Le pantographe doit être complètement assemblé.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

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

6.2.3 Dimensions

Les dimensions du pantographe (y compris les tolérances), spécifiées sur les dessins, doivent être vérifiées à l'aide d'appareils de mesure appropriés.

Au minimum, les mesures suivantes doivent être effectuées:

- longueur de la tête de captage (essai de série);
- hauteur de la tête de captage (essai 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 de série);
- développement maximal (essai de série);
- épaisseur électrique (essai de série);

- distance entre points de montage (essai de série).

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Les dimensions doivent respecter les tolérances spécifiées par les dessins.

6.2.4 Identification (essai de série)

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Le marquage doit être conforme aux exigences décrites à l'Article 5.

6.2.5 Contrôle fonctionnel du dispositif d'abaissement automatique (essai de série)

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

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

Le pantographe est levé et le dispositif d'abaissement automatique doit être déclenché par la simulation d'un incident.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Le dispositif d'abaissement automatique doit réagir et aucun dommage ne doit survenir au niveau du pantographe.

6.3 Essais en fonctionnement

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

Si un amortisseur est installé, il doit être démonté.

La force de contact statique doit être mesurée entre une position supérieure et inférieure de fonctionnement 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 des signaux et de mémorisation des données, doit avoir une précision de système supérieure à 3 %.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Les forces mesurées doivent être conformes au 4.4.

6.3.2 Contrôle du mécanisme de commande du pantographe (essai de série)

Le pantographe doit être couplé à l'ensemble du système de manœuvre. L'essai doit être effectué 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.

Pour les pantographes à commande manuelle, la méthode opératoire au cours de l'essai doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Une montée régulière et continue doit s'effectuer sans choc susceptible d'occasionner des dommages, jusqu'à la hauteur maximale de la plage de fonctionnement.

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 fonctionnement.

La descente doit s'effectuer sans chocs susceptible d'occasionner des dommages.

La descente du pantographe doit s'effectuer au plus en 10 s à compter du début de la descente de celui-ci, depuis la hauteur maximale de la plage de fonctionnement.

6.3.3 Essais climatiques en fonctionnement (essai de type facultatif)

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

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

Pour les pantographes à commande manuelle, la méthode opératoire au cours de l'essai doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Pendant et après les essais, le pantographe doit fonctionner correctement conformément aux critères d'acceptabilité donnés en 6.3.2.

6.3.4 Mesure de la force de contact statique moyenne à température ambiante (essai d'investigation)

Si un amortisseur est installé, l'essai décrit en 6.3.1 doit être répété lorsque l'amortisseur est en place.

6.4 Essais d'endurance

Pour les pantographes à commande manuelle, la méthode opératoire au cours de l'essai doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

6.4.1 Montée/descente (essai de type)

Le pantographe, équipé de la tête de captage comportant la masse la plus forte prévue par conception, est soumis à 10 000 manœuvres consécutives de montée et de descente, de la position repos jusqu'à la position la plus haute de travail. Lors des 500 premières et des 500 dernières manœuvres, le pantographe doit se lever jusqu'au développement maximal lorsque l'alimentation du dispositif moteur (air ou électricité) correspond à la valeur minimale de l'énergie, précisée par la CEI 60077-1 et la CEI 60077-2.

Si un autre nombre de manœuvres est défini dans les spécifications du client, les exigences d'essai et d'acceptabilité doivent alors faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

NOTE Le chiffre de 10 000 est dérivé d'hypothèses relatives aux moyennes de durée de vie, de journées annuelles de fonctionnement et du nombre journalier de montées et de descentes.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Après l'essai, tous les paramètres doivent être réglés aux valeurs nominales.

Il ne doit se présenter aucune usure anormale.

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

6.4.2 Résistance aux vibrations

6.4.2.1 Généralités

Le pantographe et tout composant fixé (électrique et/ou pneumatique) doivent pouvoir résister aux vibrations et aux chocs prévus par les exigences d'essai de la CEI 61373.

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

La fréquence transversale naturelle (F_0) doit être mesurée. 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 transversale de 300 N est appliquée sur le pivot de la tête de captage.

6.4.2.3 Essais de vibrations transversales (essai de type facultatif)

Le pantographe, équipé de la tête de captage comportant la masse la plus forte 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 cet essai, la fréquence de la table vibrante doit être 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) conforme aux exigences du client au pivot de la tête de captage, pour un développement égal à 75 % de la position de travail la plus haute.

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Après 10^7 cycles, le pantographe ne doit pas être détérioré. Les pantographes doivent répondre aux exigences de 6.3.1 et 6.3.2.

6.5 Résistance aux chocs (essai de type facultatif)

Sauf accord contraire entre utilisateur et fournisseur, l'essai suivant doit être réalisé.

Le pantographe doit être levé au niveau de la force de contact statique nominale et fixé entre le pivot de la tête de captage et le bâti 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, puis brusquement retirée (Figure 2).

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

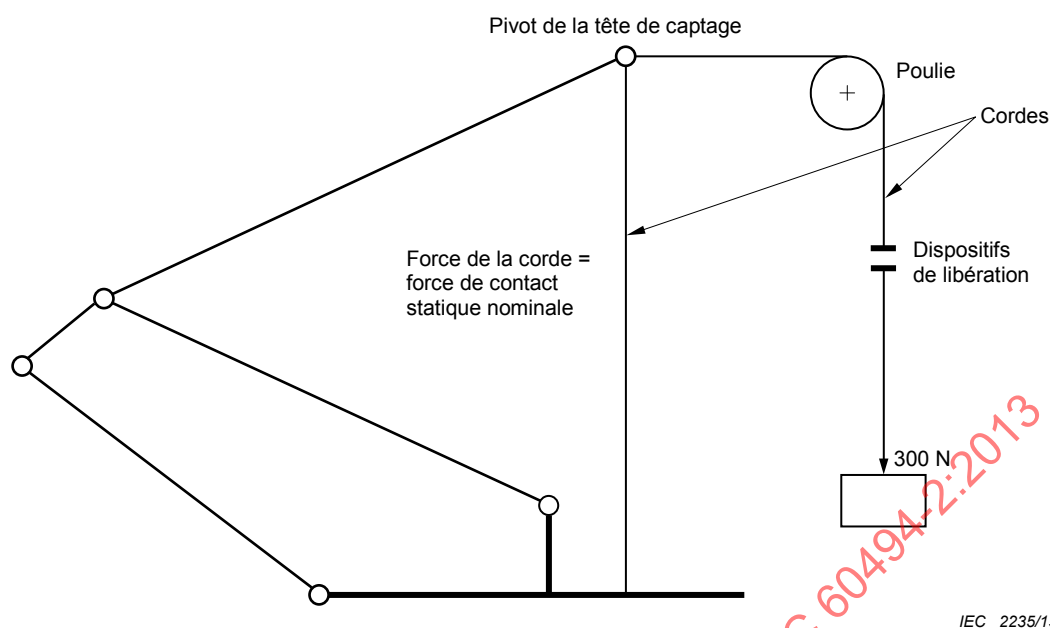


Figure 2 – Principe de l'essai

Critère d'acceptabilité de l'essai:

Le pantographe ne doit pas être détérioré.

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 du cadre qui supporte la tête de captage, le déplacement doit être conforme au Tableau 3.

Tableau 3 – Rigidité transversale

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

Critère d'acceptabilité de l'essai:

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

6.7 Essais d'étanchéité à l'air

6.7.1 Généralités

Ce qui suit est applicable si le système de fonctionnement est de type pneumatique.