

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
494**

Première édition
First edition
1974

**Règles pour les pantographes des véhicules
de traction électrique**

Rules for pantographs of electric rolling stock



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 494: 1974

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
494**

Première édition
First edition
1974

**Règles pour les pantographes des véhicules
de traction électrique**

Rules for pantographs of electric rolling stock

© CEI 1974 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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

SOMMAIRE

CHAPITRE I — GÉNÉRALITÉS

Pages

PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Article

1. Objet et domaine d'application	6
---	---

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

2. Pantographe	6
3. Cadre	6
4. Archet	6
5. Semelle	6
6. Bande de frottement	6
7. Corne	6
8. Longueur de l'archet	6
9. Largeur de l'archet	6
10. Longueur de la ou des bandes de frottement	8
11. Hauteur de travail minimale ou maximale	8
12. Zone de travail	8
13. Tension nominale	8
14. Courant nominal, véhicule à l'arrêt	8
15. Courant de pointe, véhicule à l'arrêt	8
16. Courant nominal pendant la marche	8
17. Vitesse nominale	8
18. Effort statique	8
19. Effort statique nominal	8
20. Effort total à une vitesse donnée	8

CHAPITRE II — PRESCRIPTIONS

SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS DIMENSIONNELLES

21. Dimensions du pantographe	10
22. Longueur de l'archet	10
23. Largeur de l'archet	10

SECTION QUATRE — PRESCRIPTIONS FONCTIONNELLES

24. Effort statique	10
25. Effort total	10
26. Captage	10

CHAPITRE III — ESSAIS

SECTION CINQ — GÉNÉRALITÉS

27. Catégories d'essais	12
28. Liste des essais	12

SECTION SIX — EXÉCUTION DES ESSAIS

29. Essais de fonctionnement	14
30. Essais d'endurance	14
31. Essais de tenue aux vibrations et aux chocs	14
32. Essai de rigidité transversale	16
33. Essais d'étanchéité	16
34. Mesure des degrés de liberté de l'archet	16
35. Mesure de l'effort de maintien en position basse (ou de repos)	16
36. Mesure de l'effort statique	18
37. Mesure de l'effort total	18
38. Essais d'échauffement	18
39. Essai de rigidité diélectrique	18
40. Essais de captage de courant	18
FIGURE	20

CONTENTS

CHAPTER I — GENERAL

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — OBJECT AND SCOPE

Clause	
1. Object and scope	7

SECTION TWO — DEFINITIONS

2. Pantograph	7
3. Frame	7
4. Collector head	7
5. Pan	7
6. Contact strip	7
7. Horn	7
8. Length of collector head	7
9. Width of collector head	7
10. Length of contact strip(s)	9
11. Minimum or maximum working height	9
12. Working range	9
13. Rated voltage	9
14. Rated current, vehicle at rest	9
15. Peak-current, vehicle at rest	9
16. Rated current during running	9
17. Rated speed	9
18. Static force	9
19. Nominal static force	9
20. Total force at any given speed	9

CHAPTER II — REQUIREMENTS

SECTION THREE — DIMENSIONAL REQUIREMENTS

21. Dimensions of pantograph	11
22. Length of collector head	11
23. Width of collector head	11

SECTION FOUR — OPERATING REQUIREMENTS

24. Static force	11
25. Total force	11
26. Current collection	11

CHAPTER III — TESTS

SECTION FIVE — GENERAL

27. Categories of tests	13
28. List of tests	13

SECTION SIX — EXECUTION OF TESTS

29. Operating tests	15
30. Mechanical endurance tests	15
31. Tests for withstanding vibration and shock	15
32. Transverse rigidity test	17
33. Air-tightness tests	17
34. Measurement of degrees of freedom of the collector head	17
35. Measurement of retaining force in the lowered or rest position	17
36. Measurement of static force	19
37. Measurement of total force	19
38. Heating tests	19
39. Dielectric test	19
40. Current collection tests	19
FIGURE	20

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÈGLES POUR LES PANTOGRAPHES
DES VÉHICULES DE TRACTION ÉLECTRIQUE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparées par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique, à la suite de la décision prise par cet organisme au cours de la réunion tenue à Rome en octobre 1970.

Le projet, élaboré par un Groupe de Travail préparatoire constitué par le Comité d'Etudes N° 9 de la CEI, fut discuté lors de la réunion tenue à Athènes en novembre 1972, puis soumis, en juin 1973, à l'approbation des Comités nationaux de la CEI suivant la Règle des Six Mois, ainsi qu'à l'Union Internationale des Chemins de Fer.

Ce projet a reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la CEI des pays suivants :

Afrique du Sud (République d')	Pologne
Belgique	Portugal
France	Roumanie
Hongrie	Royaume-Uni
Israël	Suède
Italie	Suisse
Japon	Tchécoslovaquie
Pays-Bas	Turquie

et de l'Union Internationale des Chemins de Fer.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RULES FOR PANTOGRAPHS
OF ELECTRIC ROLLING STOCK**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment, following its decision taken at the meeting held in Rome in October 1970.

Prepared by a preparatory Working Group set up by IEC Technical Committee No. 9, the draft was discussed during the meeting held in Athens in November 1972, then submitted to the IEC National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1973, as well as to the International Union of Railways.

This draft was explicitly approved by the IEC National Committees of the following countries:

Belgium
Czechoslovakia
France
Hungary
Israel
Italy
Japan
Netherlands

Poland
Portugal
Romania
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom

and by the International Union of Railways.

RÈGLES POUR LES PANTOGRAPHES DES VÉHICULES DE TRACTION ÉLECTRIQUE

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1. Objet et domaine d'application

Les présentes règles définissent les contrôles et essais propres à vérifier les caractéristiques de fonctionnement des pantographes des véhicules de traction électrique.

Elles s'appliquent aux pantographes utilisés sur le matériel roulant alimenté par une ligne de contact aérienne à courant continu ou monophasé, de tension nominale égale ou supérieure à 600 V.

Ces règles, dans la mesure où elles sont applicables, sont aussi valables pour les trolleybus.

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

2. Pantographe

Appareil de prise de courant sur un ou plusieurs fils de contact, composé d'un système articulé nommé cadre et d'un archet.

3. Cadre

Ensemble articulé qui permet le déplacement vertical ou sensiblement vertical de l'archet, par rapport au plan de fixation du pantographe.

4. Archet

Partie du pantographe, supportée par le cadre, comportant: guidage, suspension, semelle, une ou plusieurs bandes de frottement et cornes.

5. Semelle

Partie de l'archet qui supporte les bandes de frottement.

6. Bande de frottement

Partie remplaçable de l'archet qui sert au captage du courant.

7. Corne

Extrémité de l'archet qui assure le glissement des fils de contact.

8. Longueur de l'archet

Dimension de l'archet mesurée horizontalement, et transversalement par rapport au véhicule.

9. Largeur de l'archet

Dimension de l'archet mesurée longitudinalement par rapport au véhicule.

RULES FOR PANTOGRAPHS OF ELECTRIC ROLLING STOCK

CHAPTER 1: GENERAL

SECTION ONE — OBJECT AND SCOPE

1. Object and scope

These rules define the checks and tests suitable for verifying the operating characteristics of pantographs of electric rolling stock.

They apply to pantographs used on rolling stock supplied from a d.c. or single-phase overhead contact system with a nominal voltage of 600 V and above.

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

SECTION TWO — DEFINITIONS

2. Pantograph

An installation for collecting current from one or more contact wires formed of a hinged assembly and a collector head.

3. Frame

A hinged assembly which enables the collector head to move in a vertical or nearly vertical direction with respect to the fixing plane of the pantograph.

4. Collector head

A part of the pantograph supported by the frame, comprising a guide, suspension, pan, one or more contact strips, and horns.

5. Pan

That part of the collector head which carries the contact strips.

6. Contact strip

Replaceable part of the collector head used for current collection.

7. Horn

End of the collector head which ensures smooth engagement with the contact wire.

8. Length of collector head

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

9. Width of collector head

The dimension of collector head measured longitudinally in relation to the vehicle.

10. Longueur de la ou des bandes de frottement

Longueur totale mesurée transversalement par rapport au véhicule.

11. Hauteur de travail minimale ou maximale

Distance verticale entre le plan de fixation du pantographe sur ses isolateurs et la surface supérieure des bandes de frottement, le pantographe étant levé aux niveaux respectivement minimal ou maximal auxquels le constructeur garantit un captage satisfaisant du courant.

12. Zone de travail

Différence entre les hauteurs de travail maximale et minimale du pantographe.

13. Tension nominale

Tension qui a servi de base à la conception du pantographe.

Cette tension, ou ces tensions s'il s'agit d'un appareil polycourant, doivent être celles définies à l'annexe B de la Publication 349 de la CEI: Règles applicables aux machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers (1^{re} édition, 1971).

14. Courant nominal, véhicule à l'arrêt

Valeur du courant, garantie par le constructeur, que le pantographe peut supporter à l'arrêt pour un type et un nombre de bandes de frottement donnés, en conformité avec les présentes règles.

15. Courant de pointe, véhicule à l'arrêt

Valeur du courant, garantie par le constructeur, que le pantographe peut supporter à l'arrêt pour un type et un nombre de bandes de frottement donnés, en conformité avec les présentes règles.

16. Courant nominal pendant la marche

Valeur du courant, garantie par le constructeur, que le pantographe, pour un type et un nombre de bandes de frottement donnés, peut capter correctement, jusqu'à la vitesse nominale, sur une ligne de contact de caractéristiques spécifiées, en conformité avec les présentes règles.

17. Vitesse nominale

Vitesse maximale à laquelle le constructeur garantit un captage satisfaisant du courant nominal pendant la marche sur une ligne de contact de caractéristiques spécifiées, en conformité avec les présentes règles.

18. Effort statique

Effort vertical exercé vers le haut par l'archet et dû à l'action du système élévateur du pantographe.

19. Effort statique nominal

Moyenne des valeurs réelles des efforts statiques déterminée comme suit:

On mesure les efforts statiques pour différentes hauteurs de travail (aux hauteurs minimale et maximale et, au moins, à deux hauteurs intermédiaires), d'une part dans la phase de montée, d'autre part dans la phase d'abaissement, et l'on calcule les moyennes F_m et F_a des efforts relevés respectivement dans chacune des phases.

L'effort statique nominal est, par convention, égal à $\frac{F_m + F_a}{2}$

20. Effort total à une vitesse donnée *

Somme de l'effort statique et de l'effort vertical résultant de l'influence de l'air à la vitesse considérée.

* Cet effort correspond à celui défini comme « effort aérodynamique » dans les documents de l'UIC et de l'ORE, ainsi que dans la Publication 165 de la CEI: Règles pour les essais des véhicules moteurs de traction électrique après achèvement et avant mise en service.

10. Length of contact strip(s)

The total length measured transversely in relation to the vehicle.

11. Minimum or maximum working height

The vertical distance between the fixing plane of the pantograph on its insulators and the upper surface of the contact strips, with the pantograph raised to the minimum and maximum levels respectively at which the manufacturer guarantees satisfactory current collection.

12. Working range

The difference between the minimum and maximum working heights of the pantograph.

13. Rated voltage

The voltage which is the base of the design of the pantograph.

This voltage, or voltages in the case of a multi-system equipment, shall be those defined in Appendix B of IEC Publication 349, Rules for Rotating Electrical Machines for Rail and Road Vehicles (1st edition, 1971).

14. Rated current, vehicle at rest

The current, guaranteed by the manufacturer, that can be withstood by the pantograph at rest, with a given type and number of contact strips, in accordance with these Rules.

15. Peak-current, vehicle at rest

The current, guaranteed by the manufacturer, which the pantograph can withstand at rest, with a given type and number of contact strips, in accordance with these Rules.

16. Rated current during running

The current, guaranteed by the manufacturer, that can be collected correctly by the pantograph, with a given type and number of contact strips from a contact wire of specified characteristics up to the rated speed in accordance with these Rules.

17. Rated speed

The maximum speed at which the manufacturer guarantees satisfactory rated current collection from a contact wire of specified characteristics during running in accordance with these rules.

18. Static force

The vertical force that the collector head exerts upwards and which is due to the action of the pantograph raising system.

19. Nominal static force

An average of the actual values of the static forces, evaluated as follows:

The static forces at different working heights (at minimum and maximum height and at least at two intermediate heights) in the raising and lowering phases are measured, and the averages F_m and F_a of the forces measured in these phases respectively are then calculated.

By convention, the nominal static force is equal to $\frac{F_m + F_a}{2}$

20. Total force at any given speed *

The sum of the static force and the vertical force produced as a result of the air-flow at the speed in question.

* This force corresponds to that defined as "Aerodynamic force" in the UIC and ORE documents and in IEC Publication 165, Rules for the Testing of Electric Rolling Stock on Completion of Construction and Before Entry into Service.

CHAPITRE II : PRESCRIPTIONS

SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS DIMENSIONNELLES

21. Dimensions du pantographe

Les dimensions du pantographe doivent être telles que, le pantographe étant monté sur le véhicule, toutes les prescriptions de la Publication 165 de la CEI: Règles pour les essais des véhicules moteurs de traction électrique après achèvement et avant mise en service (2^e édition, article 3) soient respectées.

22. Longueur de l'archet

La longueur de l'archet (dimension transversale) est celle stipulée dans le contrat.

Pour les chemins de fer qui font partie de l'UIC, les longueurs d'archet des pantographes destinés aux véhicules moteurs utilisés en service international sont stipulées dans la Fiche n° 608 du Code IUC.

23. Largeur de l'archet

La largeur de l'archet (dimension longitudinale) est définie en fonction du type de suspension et du nombre de bandes de frottement imposé par l'intensité du courant à capter.

Cette largeur doit être telle qu'elle puisse assurer, dans toutes les conditions de marche, une stabilité satisfaisante au contact de l'archet avec le fil.

SECTIONS QUATRE — PRESCRIPTIONS FONCTIONNELLES

24. Effort statique

L'écart maximal entre les efforts moyens F_m et F_a définis à l'article 19, doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Au cours de chacune des phases de montée et d'abaissement, les écarts admissibles entre les diverses valeurs relevées dans toute la zone de travail doivent également faire l'objet d'un accord. A défaut, on admettra que cet écart ne doit pas excéder 20 N.

En outre, aucune des valeurs relevées ne doit être inférieure à la valeur minimale, ni supérieure à la valeur maximale fixées par accord entre l'utilisateur et le constructeur. A défaut de convention particulière, on admettra comme limites inférieures les valeurs suivantes:

40 N pour les lignes de contact à courant monophasé,

80 N pour les lignes de contact à courant continu,

cette dernière valeur pouvant être ramenée à 40 N pour les lignes de construction légère et simplifiée.

25. Effort total

L'effort total, qui dépend de la vitesse du véhicule et de la vitesse de l'air, est en principe mesuré en soufflerie, l'écoulement des filets d'air s'effectuant parallèlement au plan de fixation du pantographe et perpendiculairement à l'archet. Les valeurs relevées pour différentes vitesses de l'air doivent respecter les valeurs fixées par l'utilisateur.

En l'absence d'indications, on admettra que l'effort total ne doit pas excéder:

1,5 fois l'effort statique, à la vitesse $V = 100$ km/h

2 fois l'effort statique, à la vitesse $V = 140$ km/h

3 fois l'effort statique, à la vitesse $V = 200$ km/h

en entendant par vitesse, la vitesse relative entre l'air et le véhicule, mesurée dans la direction du mouvement.

L'effort total doit être également mesuré sur le véhicule circulant aux vitesses prescrites, afin de vérifier l'influence de la forme du véhicule.

26. Captage

Ce point est traité au paragraphe 13.2 de la Publication 165 de la CEI.

CHAPTER II: REQUIREMENTS

SECTION THREE — DIMENSIONAL REQUIREMENTS

21. Dimensions of pantograph

These shall be such that when the pantograph is mounted on the vehicle, all the requirements laid down in IEC Publication 165, Rules for the Testing of Electric Rolling Stock on Completion of Construction and Before Entry into Service (2nd edition, Clause 3), shall be complied with.

22. Length of collector head

The length of collector head (transverse direction) shall be that stated in the contract.

For railways belonging to the UIC, the lengths of collector heads for pantographs of powered vehicles for use in international service are stated in UIC Sheet No. 608.

23. Width of collector head

The width of collector head (longitudinal dimension) is defined with reference to the type of suspension and the number of contact strips required for the amount of current to be collected.

This width shall be such that satisfactory stability is ensured in the contact between collector head and wire under any operating conditions.

SECTION FOUR — OPERATING REQUIREMENTS

24. Static force

The maximum difference between the forces F_m and F_a as defined in Clause 19 shall be subject to an agreement between user and manufacturer.

In each of the phases of raising and lowering, the differences admissible between the various values noted over the whole working range shall also be subject to agreement. In the absence of agreement, the difference shall not exceed 20 N.

Furthermore, none of the values measured shall be less than the minimum value or greater than the maximum value which are to be agreed upon between user and manufacturer. In the absence of special agreement, the following values shall be taken as lower limits:

40 N for single phase contact systems,

80 N for d.c. contact systems;

this latter value may be reduced to 40 N for systems of light and simplified construction.

25. Total force

The total force, which depends on vehicle speed and airspeed, is in principle measured in a wind tunnel in which the airflow is parallel to the plane of fixing of the pantograph and perpendicular to the collector head. The values measured at different airspeeds shall conform to the values laid down by the user.

Where no values are given, the total force shall not exceed:

1.5 times the static force at a speed of $V = 100$ km/h

2 times the static force at a speed of $V = 140$ km/h

3 times the static force at a speed of $V = 200$ km/h

speed being understood as the relative speed between the air and the vehicle, measured in the direction of movement.

The total force shall also be measured on the vehicle when moving at the specified speeds so as to verify the effect of the shape of the vehicle.

26. Current collection

This point is covered in Sub-clause 13.2 of IEC Publication 165.

CHAPITRE III: ESSAIS

SECTION CINQ — GÉNÉRALITÉS

27. Catégories d'essais

27.1 Généralités

Il existe trois catégories d'essais :

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

La discrimination entre ces trois catégories d'essais est faite dans le courant du texte.

27.2 Essais de type

Les essais de type sont ceux qui sont effectués sur un seul appareil d'un modèle donné.

Les appareils de fabrication suivie sont considérés comme ayant satisfait aux essais de type tout en étant dispensés de subir ces essais, si le constructeur présente les procès-verbaux dûment signés des essais de type déjà effectués sur des appareils identiques construits précédemment :

L'exécution des essais de type facultatifs n'est exigible que si elle est expressément spécifiée dans la commande.

27.3 Essais de série

Les essais de série sont ceux qui sont effectués sur tous les appareils d'une même fourniture. Pour certains appareils, après accord entre exploitant et constructeur, les essais de série peuvent être remplacés par des essais par prélèvement sur une fraction de la fourniture.

27.4 Essais d'investigation

Les essais d'investigation sont des essais spéciaux de caractère facultatif qui sont effectués sur un seul appareil dans le but de donner des renseignements complémentaires sur ses performances; leur exécution n'est exigible que si elle est expressément spécifiée dans la commande.

Les résultats des essais d'investigation ne sont pas opposables à l'acceptation du matériel.

28. Liste des essais

Les vérifications, mesures et essais à exécuter sur les pantographes sont indiqués dans le tableau ci-après, ainsi que les numéros des articles ou paragraphes auxquels il convient de se reporter.

Nature des essais	Articles et paragraphes	
	Essais de type	Essais de série
Essais de fonctionnement	29.2	29.1
Essais d'endurance	30	
Essais de tenue aux vibrations	31.1*	
Essais de tenue aux chocs	31.2	
Essais de rigidité transversale	32	
Essai d'étanchéité	33.2	33.1
Mesure des degrés de liberté de l'archet		34
Mesure de l'effort de maintien en position basse	35	
Mesure de l'effort statique		36
Mesure de l'effort total	37*	
Essais d'échauffement	38	
Essai de rigidité diélectrique		39
Essai de captage	40	
* Essai facultatif		

CHAPTER III: TESTS

SECTION FIVE — GENERAL

27. Categories of tests

27.1 General

There are three categories of tests:

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

The differentiation between these three categories of tests is brought out in the text.

27.2 Type tests

Type tests are those made on a single piece of apparatus of a given design.

Equipment in current manufacture is considered to have satisfied the type tests and is exempted from them, if the manufacturer presents duly signed reports of type tests already made on identical apparatus constructed on a previous occasion.

Optional type tests may be required only if they have been expressly specified in the order.

27.3 Routine tests

Routine tests are those made on the whole of the equipment of the same order. For certain apparatus, after agreement between user and manufacturer, routine tests may be replaced by spot checks on part of the order.

27.4 Investigation tests

Investigation tests are special tests, which are optional, and made on a single item in order to obtain additional information on its performance; their execution may be required only if they are expressly specified in the order.

The results of investigation tests are not to be taken as influencing the acceptance of the material.

28. List of tests

The checks, measurements and tests to be carried out on pantographs are listed in the table below, which also gives the category of the tests and the clauses in which they are described:

Kind of test	Clauses and Sub-clauses	
	Type tests	Routine tests
Operating tests	29.2	29.1
Mechanical endurance tests	30	
Tests for withstanding vibration	31.1*	
Test for withstanding shock	31.2	
Transverse rigidity test	32	
Air-tightness tests	33.2	33.1
Measurement of degrees of freedom of pantograph head		34
Measurement of retaining force in lowered or rest position	35	
Measurement of static force		36
Measurement of total force	37*	
Heating tests	38	
Dielectric tests		39
Current collection tests	40	
* Optional test		

SECTION SIX — EXÉCUTION DES ESSAIS

29. Essais de fonctionnement

29.1 Essais de série

Ces essais doivent être exécutés à la température ambiante et à la pression nominale de l'air d'alimentation. Leur but est de contrôler que le mécanisme de commande et son alimentation assurent :

- a) Une montée régulière et sans secousses jusqu'à la hauteur maximale de travail, celle-ci étant atteinte sans choc anormal sur la ligne de contact, en un temps au plus égal à 10 s à partir du moment où commence la montée du pantographe.
- b) Une amorce rapide du mouvement d'abaissement, d'une hauteur quelconque comprise dans la zone de travail.
- c) Un abaissement sans chocs susceptibles de causer des dommages.

29.2 Essais de type

Les essais prescrits au paragraphe 29.1 sont, en outre, exécutés au titre d'essais de type, aux températures les plus basses et les plus hautes spécifiées dans le contrat ou, à défaut, à celles pour lesquelles le constructeur garantit le fonctionnement. En l'absence d'indication à cet égard, on adoptera -25°C et $+40^{\circ}\text{C}$.

Les essais doivent être exécutés, pour chacune des températures minimale et maximale, aux pressions maximale et minimale de l'air d'alimentation auxquelles le constructeur garantit le fonctionnement du pantographe.

30. Essais d'endurance (Essais de type)

Le pantographe doit être soumis à 10 000 manœuvres consécutives de montée et d'abaissement, selon un rythme et dans une zone de travail à convenir entre le constructeur et l'utilisateur. Pendant les 30 premières et les 30 dernières manœuvres, l'alimentation en air comprimé doit être effectuée à la pression minimale à laquelle le constructeur garantit le fonctionnement du pantographe.

Aucune anomalie ne devra être observée, tant dans le fonctionnement du pantographe que dans les temps de montée et d'abaissement.

31. Essais de tenue aux vibrations et aux chocs

Le pantographe est fixé, dans la position convenable, sur une machine provoquant des vibrations sinusoïdales d'amplitude et de fréquence réglables, puis est soumis aux essais du paragraphe 31.1.

Le pantographe est ensuite fixé sur un dispositif approprié et soumis à l'essai du paragraphe 31.2.

Les essais sont considérés comme satisfaisants s'ils ne donnent lieu à aucune détérioration.

31.1 Essais de vibrations (Essais de type facultatif)

31.1.1 En vue de rechercher l'existence éventuelle d'une fréquence critique, on fait varier progressivement la fréquence de 1 Hz à 50 Hz, dans un temps au moins égal à 4 min; l'amplitude des oscillations est donnée, en mm, par les formules suivantes :

$$a = \frac{25}{f} \quad \text{pour } 1 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ Hz};$$

$$a = \frac{250}{f^2} \quad \text{pour } 10 \text{ Hz} \leq f \leq 50 \text{ Hz}.$$

L'essai est effectué successivement dans chacune des trois directions: verticale, longitudinale et transversale.

En cas de résonance, la fréquence correspondante doit être maintenue pendant quelques minutes pour s'assurer qu'il n'en résulte pas de conséquences nuisibles au fonctionnement correct du pantographe.

SECTION SIX — EXECUTION OF TESTS

29. Operating tests

29.1 Routine tests

These tests shall be carried out at ambient temperature and at rated air supply pressure. The aim of these tests is to check that the control mechanism and its supply fulfils the following functions:

- a) A smooth, steady rise to the maximum working height which shall be attained, without undue shock to the contact system, in a time not exceeding 10 s from the moment at which the pantograph starts to rise.
- b) A rapid commencement of the lowering movement from any height in the working range.
- c) A lowering action free from shocks liable to cause damage.

29.2 Type tests

The tests laid down in Sub-clause 29.1 are also carried out as type tests at the lowest and highest temperatures specified in the contract or, failing this, at those for which the manufacturer guarantees operation. Unless otherwise specified, temperatures of -25°C and $+40^{\circ}\text{C}$ shall be adopted.

The tests shall be carried out, for each of the minimum and maximum temperatures, at the maximum and minimum air supply pressures for which the manufacturer guarantees operation of the pantograph.

30. Mechanical endurance tests (Type tests)

The pantograph shall undergo 10 000 successive raising and lowering operations at a rate and within a working range to be agreed between manufacturer and user. During the first 30 and last 30 operations, the compressed air supply shall be provided at the minimum pressure for which the manufacturer guarantees operation of the pantograph.

No abnormality shall be observed either in the operation of the pantograph or in the raising and lowering times.

31. Tests for withstanding vibration and shock

The pantograph is fixed, in a suitable position, on a machine producing sinusoidal vibrations of adjustable amplitude and frequency, then subjected to tests of Sub-clause 31.1.

The pantograph is then fixed on a suitable device and subjected to the test of Sub-clause 31.2.

The tests are considered to be satisfactory if there is no resulting damage.

31.1 Tests for withstanding vibration (Optional type tests)

31.1.1 To detect the possible existence of a critical frequency, the frequency is progressively varied from 1 Hz to 50 Hz for at least 4 minutes; oscillation amplitude in mm shall be given by the following formulae:

$$a = \frac{25}{f} \quad \text{for } 1 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ Hz};$$

$$a = \frac{250}{f^2} \quad \text{for } 10 \text{ Hz} \leq f \leq 50 \text{ Hz}.$$

The test is carried out successively in each of the three directions: vertical, longitudinal and transverse.

In the event of resonance, the corresponding frequency shall be maintained during several minutes to ensure that there are no harmful effects on the satisfactory operation of the pantograph.

31.1.2 Le pantographe doit être ensuite soumis pendant 2 heures à un essai de vibrations soutenues :

- soit à la fréquence critique, si une telle fréquence bien caractérisée a été détectée pendant l'essai du paragraphe 31.1.1 ci-dessus;
- soit à la fréquence de 10 Hz, dans le cas contraire.

Dans les deux cas, l'amplitude d'oscillation de la table vibrante est réglée conformément aux valeurs du paragraphe 31.1.1.

31.2 *Essai de choc* (Essai de type)

Sauf agrément contraire entre utilisateur et constructeur, le pantographe, déployé à sa hauteur maximale de travail, doit être soumis à une série de trois chocs successifs longitudinaux appliqués au niveau de sa base, chacun de ces chocs correspondant à une accélération maximale de 3 g.

32. **Essai de rigidité transversale** (Essai de type)

Pour cet essai le pantographe est monté à sa hauteur maximale de travail.

En appliquant successivement de chaque côté de l'articulation de l'archet un effort de 300 N, le déplacement doit être symétrique et l'écart entre les positions extrêmes ne doit pas dépasser 60 mm. Après chaque application d'effort, on ne doit constater aucune déformation permanente.

33. **Essais d'étanchéité**

33.1 *Essai de série*

Les cylindres de commande du mécanisme sont soumis à l'essai suivant, dans le but de s'assurer que le piston et les garnitures garantissent une étanchéité satisfaisante.

L'essai est effectué à la température ambiante.

Le cylindre muni de son piston est relié à un réservoir d'un volume, en litres, au plus égal à 0,02 fois le diamètre du cylindre, exprimé en millimètres, mais, en tout cas, jamais inférieur à un litre; le cylindre doit être rempli à la pression nominale de service.

L'étanchéité est considérée satisfaisante si la pression dans le réservoir ne décroît pas de plus de 5 % de la pression initiale après 10 min d'essais.

33.2 *Essai de type*

L'essai prescrit au paragraphe 33.1 est, en outre, exécuté au titre d'essai de type, aux températures les plus basses et les plus hautes spécifiées dans le contrat ou, à défaut, à celles pour lesquelles le constructeur garantit le fonctionnement. En l'absence d'indications à cet égard, on adoptera -25°C et $+40^{\circ}\text{C}$.

34. **Mesure des degrés de liberté de l'archet** (Essai de série)

Les degrés de liberté de l'archet doivent être fixés par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Les courses et rotations sont mesurées dans chacune des positions maximale et minimale de la zone de travail.

Aucun point dur ne doit être constaté.

35. **Mesure de l'effort de maintien en position basse (ou de repos)** (Essai de type)

La valeur minimale de l'effort pour lequel le pantographe ne doit pas modifier sa position de repos doit être fixée par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

Cette valeur doit être vérifiée au moyen d'un appareil de mesure fixé à l'archet et sur lequel est effectuée une traction verticale de bas en haut.

31.1.2 The pantograph shall next be subjected to a test with sustained vibration for a period of 2 hours:

- either at the critical frequency, if any such well-defined frequency has been detected in the course of the test in Sub-clause 31.1.1;
- otherwise, at a frequency of 10 Hz.

In both cases, the oscillation amplitude of the vibrating table is adjusted to the values of Sub-clause 31.1.1.

31.2 Tests for withstanding shock (Type tests)

Unless otherwise agreed between user and manufacturer, the pantograph, extended to its maximum working height, shall be subjected to a series of 3 successive longitudinal shocks applied at its base, each shock corresponding to a maximum acceleration of 3 g.

32. Transverse rigidity test (Type test)

For this test the pantograph is arranged at its maximum working height.

With a force of 300 N applied successively on each side of the collector head hinge, the displacement shall be symmetrical and the difference between the extreme positions shall not exceed 60 mm. After each application of force, no permanent deformation shall be detectable.

33. Air-tightness tests

33.1 Routine test

The cylinders used for the operating mechanism shall undergo the following test to ensure that the piston and packing guarantee satisfactory sealing.

The test is carried out at ambient temperature.

The cylinder with its piston is connected to a tank whose volume in litres is not greater numerically than 0.02 times the diameter of the cylinder expressed in mm, but in any case never less than one litre; the cylinder shall be filled at the rated service pressure.

Air tightness is considered satisfactory if the pressure in the tank does not decrease by more than 5% of the initial pressure after 10 minutes of the test.

33.2 Type test

The test laid down in Sub-clause 33.1 is also carried out as type test at the lowest and highest temperatures specified in the contract, or failing this, at those for which the manufacturer guarantees operation. Unless otherwise specified, temperatures of -25°C and $+40^{\circ}\text{C}$ shall be adopted.

34. Measurement of degrees of freedom of the collector head (Routine test)

The degrees of freedom of the collector head shall be laid down by agreement between user and manufacturer.

The ranges of travel and rotation shall be measured at the maximum and minimum heights of the working range.

No stiff spots shall be apparent.

35. Measurement of retaining force in the lowered or rest position (Type test)

A minimum value of force for which the pantograph shall not change its rest position shall be laid down by agreement between user and manufacturer.

This value shall be measured by means of a measuring instrument fixed to the collector head on which a vertical traction force in an upward direction is exerted.