

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 718

Première édition — First edition
1982

Chargeur des véhicules électriques routiers

Chargers for electric road vehicles



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 718

Première édition — First edition

1982

Chargeur des véhicules électriques routiers

Chargers for electric road vehicles

Mots clés: véhicules électriques routiers
à accumulateurs;
charge d'accumulateurs;
exigences, essais; définitions;
exigences de sécurité électrique.

Key words: accumulator driven electric road
vehicles; charging of accumulators;
requirements; testing; definitions;
electrical safety conditions.



© CEI 1982

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

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
SECTION UN — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES D'INSTALLATION	
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Règles de sécurité	8
5. Effet sur la source d'énergie électrique (<i>A l'étude</i>)	10
6. Appareils de mesure (<i>A l'étude</i>)	10
SECTION DEUX — CONNEXION DU VÉHICULE À LA SOURCE DE PUISSANCE: CHARGEUR EXTERNE	
7. Objet	10
8. Définitions	10
9. Valeurs nominales pour les prises et embases	12
10. Prescriptions	12
11. Essai (<i>A l'étude</i>)	14
SECTION TROIS — CONNEXION DU VÉHICULE À LA SOURCE DE PUISSANCE: CHARGEUR EMBARQUÉ (<i>A l'étude</i>)	
SECTION QUATRE — CHARGEUR DE BATTERIE	
12. Objet	14
13. Définitions et prescriptions générales	16
14. Valeurs assignées	18
15. Prescriptions	20
16. Essais de type	22
17. Essais de série	26
FIGURES	28
ANNEXE A	34
ANNEXE B	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
SECTION ONE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR INSTALLATION	
2. Object	7
3. Definitions	7
4. Safety requirements	9
5. Effect upon the electricity supply system (<i>Under consideration</i>)	11
6. Measuring instruments (<i>Under consideration</i>)	11
SECTION TWO — CONNECTION OF VEHICLES TO ENERGY POWER SUPPLY: EXTERNAL CHARGER	
7. Object	11
8. Definitions	11
9. Nominal values for plugs and sockets	13
10. Requirements	13
11. Test (<i>Under consideration</i>)	15
SECTION THREE — CONNECTION OF ELECTRIC VEHICLES TO ENERGY POWER SUPPLY: ON-BOARD CHARGER (<i>Under consideration</i>)	
SECTION FOUR — CHARGER FOR BATTERY	
12. Object	15
13. Definitions and general requirements	17
14. Rated values	19
15. Requirements	21
16. Type tests	23
17. Routine tests	27
FIGURES	28
APPENDIX A	35
APPENDIX B	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CHARGEUR DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ROUTIERS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés 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 norme a été établie par le Comité d'Etudes No. 69 de la CEI: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Florence en 1978. A la suite de cette réunion, le projet, document 69(Bureau Central)6, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1979.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Hongrie
Allemagne	Japon
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Chine	Suède
Egypte	Turquie
France	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 92: Installations électriques à bord des navires.

144: Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

146: Convertisseurs à semi-conducteurs.

173: Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.

245: Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.

309-1: Prises de courant pour usages industriels, Première partie: Règles générales.

364: Installations électriques des bâtiments.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CHARGERS FOR ELECTRIC ROAD VEHICLES

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 69, Electric Road Vehicles and Electric Industrial Trucks.

Drafts were discussed at the meeting held in Florence in 1978. As a result of this meeting, a draft, Document 69(Central Office)6, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Japan
Canada	Netherlands
China	Poland
Egypt	South Africa (Republic of)
France	Sweden
Germany	Turkey
Hungary	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 92: Electrical Installations in Ships.
- 144: Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.
- 146: Semiconductor Convertors.
- 173: Colours of the Cores of Flexible Cables and Cords.
- 245: Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V.
- 309-1: Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes, Part 1: General Requirements.
- 364: Electrical Installations of Buildings.

CHARGEUR DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ROUTIERS

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique à la charge des batteries pour véhicules électriques routiers.

Cette norme n'est pas applicable aux installations électriques de charge des batteries pour chariots de manutention (par exemple chariots élévateurs), chaises roulantes, véhicules utilisés à l'intérieur des bâtiments, ni à d'autres applications similaires domestiques ou autres. De même, elle ne s'applique ni aux trolleybus, ni aux véhicules circulant sur rail.

SECTION UN — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES D'INSTALLATION

2. Objet

Cette section de la norme concerne la construction des installations d'alimentation électrique pour la charge des batteries d'accumulateur des véhicules électriques routiers.

Les différents aspects décrits prennent en compte les chargeurs de batterie, leurs répercussions sur les sources d'énergie électrique, le raccordement du véhicule aux installations d'alimentation et les appareils de mesure.

3. Définitions

3.1 Batteries d'accumulateurs (réservoir d'énergie)

Les batteries d'accumulateurs sont constituées d'éléments, d'un panier et d'auxiliaires tels que fusibles, dispositif automatique de mise à niveau de l'électrolyte, etc.

Certains de ces accessoires peuvent être facultatifs.

3.2 Réseau de distribution

Dans le cadre de cette norme, un réseau de distribution est un système de source de puissance électrique qui peut être fournie à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie. Il dessert des utilisateurs différents et indépendants dont le nombre et le genre ne sont pas définis; il peut être mis en service ou éliminé à volonté et sa consommation n'est pas limitée par la capacité.

3.3 Tension nominale du réseau de distribution

La tension nominale du réseau de distribution est la tension par laquelle le réseau de distribution est désigné et à laquelle est lié un certain nombre de paramètres du réseau de distribution.

3.4 Chargeur de classe I

Un chargeur de classe I est un chargeur présentant au moins une sortie isolée et équipé d'une liaison de terre.

CHARGERS FOR ELECTRIC ROAD VEHICLES

1. Scope

This standard applies to the charging of batteries for electric road vehicles.

This standard is not applicable to power installations for charging the electric storage batteries of industrial trucks (e.g. fork-lift trucks), wheel chairs, indoor vehicles or for other similar uses, domestic or otherwise. Neither is it applicable to trolley-buses nor to vehicles which run on rails.

SECTION ONE — GENERAL RECOMMENDATIONS FOR INSTALLATION

2. Object

This section of the standard concerns the erection of power supply installations for charging the electric storage batteries of electric road vehicles.

Aspects covered include battery chargers, their effect upon the electricity supply system, the connection of vehicles to the power supply installations and measuring instruments.

3. Definitions

3.1 *Battery assembly (energy store)*

A battery assembly consists of secondary cells, a battery tray and such auxiliary appliances as battery fuses, automatic topping-up equipment, etc.

Some of the auxiliary appliances may be optional.

3.2 *Distribution system*

In the context of this standard, a distribution system is an electrical power supply system which can be supplied from one or more energy sources. It serves different and independent consumers whose number and kind are not defined, who may turn on and off at will and whose consumption is not limited within the safe loading capacity.

3.3 *Nominal voltage of a distribution system*

The nominal voltage of a distribution system is the voltage by which the distribution system is designated and to which certain operating quantities of this distribution system are related.

3.4 *Class I charger*

A class I charger is a charger having at least functional insulation throughout and is provided with an earthing terminal.

Un chargeur de classe I peut avoir ses parties actives en double isolation ou en isolation renforcée, sinon elles peuvent fonctionner à un niveau de tension de sécurité.

3.5 Chargeur de classe II

Un chargeur de classe II est un chargeur possédant une double isolation et/ou une isolation renforcée.

Un chargeur de classe II peut avoir des parties fonctionnant à un niveau de tension de sécurité.

4. Règles de sécurité

4.1 Protection contre les chocs électriques en service normal

Pour la protection en service normal, les prescriptions de la Publication 364 de la CEI: Installations électriques des bâtiments, sont applicables.

4.2 Protection contre les chocs électriques en cas de défaut

4.2.1 Chargeur externe

Pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut, l'une des mesures de protection suivantes doit être appliquée dans le cas d'un chargeur externe:

4.2.1.1 Protection par isolement électrique (par exemple un transformateur d'isolement de sécurité) et par un conducteur assurant une liaison équipotentielle avec le véhicule électrique.

4.2.1.2 Protection par utilisation d'un chargeur de classe I (c'est-à-dire chargeur équipé d'un conducteur de liaison équipotentielle assurant une liaison entre le conducteur de protection de la source de puissance et le véhicule électrique).

4.2.1.3 Protection par utilisation d'un chargeur de classe I comportant un transformateur à double enroulement.

4.2.1.4 Protection par utilisation d'un chargeur de classe II ou d'isolation équivalente avec un conducteur de protection.

Des exemples de combinaison entre ces différentes mesures de protection sont donnés dans les figures 2 à 7, pages 29 à 31.

Si le chargeur est équipé uniquement d'une protection de classe I, on doit s'assurer que les caractéristiques d'ouverture des composants de protection, qui assurent une déconnexion automatique de la source et qui sont implantés à l'entrée alternative du chargeur, ne sont pas affectés par des courants de défaut ne présentant que des demi-ondes. Par ailleurs, on doit s'assurer que le fonctionnement des éléments assurant la protection contre les surintensités n'est pas altéré par la limitation du courant imposé par la méthode de charge dans le cas où cette méthode est utilisée. Lorsque cela n'est pas possible, on doit installer un équipement de protection qui contrôle le potentiel du conducteur de protection (par exemple dispositif de protection en cas de défaut de tension) et qui peut assurer l'ouverture automatique de l'entrée alternative du chargeur.

La sortie à courant continu du chargeur doit être équipée d'un fusible à double pôle qui est dimensionné pour assurer l'ouverture dans le temps maximal défini au paragraphe 413.1.1.3 de la Publication 364-4-41 de la CEI.

Class I chargers may have parts with double insulation or reinforced insulation, or parts operating at safety extra-low voltage.

3.5 *Class II charger*

A class II charger is a charger having double insulation and/or reinforced insulation throughout.

Class II chargers may have parts operating at safety extra-low voltage.

4. **Safety requirements**

4.1 *Protection against electric shock in normal service*

For protection in normal service, the requirements of IEC Publication 364: *Electrical Installations of Buildings*, are applicable.

4.2 *Protection against electric shock in case of a fault*

4.2.1 *Off-board charger*

For protection against electric shock in case of a fault, one of the following protective measures has to be used in the off-board charger:

4.2.1.1 Protection by electrical isolation (e.g. safety isolating transformer) and an equipotential bonding conductor for connection with the electric road vehicle.

4.2.1.2 Protection by use of Class I charger (i.e. a charger having an equipotential bonding conductor for connection with the protective conductor of the power supply and the electric road vehicle).

4.2.1.3 Protection by use of Class I charger including a double wound transformer.

4.2.1.4 Protection by use of Class II or equivalent insulation with a lead through protective conductor.

Examples of the combinations of different protective measures are given in Figures 2 to 7, pages 29 to 31.

If the charger is equipped with Class I protection only, it has to be ensured that the switch-off characteristics of the protective devices for automatic disconnection of supply, which have to be placed in the a.c. input of the charger, are not adversely affected by a non-sinusoidal fault-current (e.g. half-wave fault-current). Furthermore, it has to be ensured that the use of over-current protective devices is not confined by the current-limiting effect of the applied charging method. If the latter is not possible, a protective device which controls the potential of the protective conductor (e.g. fault-voltage protective device) has to be installed for the purpose of an automatic disconnection in the a.c. input of the charger.

The d.c. output of the charger has to be provided with double-pole fuses which are dimensioned according to the maximum disconnection time defined in Sub-clause 413.1.1.3 of IEC Publication 364-4-41.

4.2.2 Véhicule électrique routier

4.2.2.1 Véhicule électrique routier sans chargeur embarqué

Le véhicule et sa batterie doivent respectivement être équipés d'une protection de classe I ou d'une isolation de classe II.

Ces mesures de protection pour le chargeur et pour le véhicule peuvent être utilisées sans danger, quelle que soit leur combinaison pour toutes les applications habituelles en basse tension.

4.2.2.2 Véhicule électrique routier avec un chargeur embarqué

A l'étude.

4.3 Liaisons équipotentielles

4.3.1 Tous les équipements en fonctionnement seront munis de liaisons équipotentielles.

4.3.2 Une isolation supplémentaire de protection conforme à la Publication 364 de la CEI est exclue.

4.3.3 Les liaisons équipotentielles doivent être repérées selon la Publication 173 de la CEI: Couleurs pour les conducteurs de câbles souples, et être dimensionnées selon la Publication 364 de la CEI.

5. Effet sur la source d'énergie électrique

A l'étude.

6. Appareils de mesure

A l'étude.

SECTION DEUX — CONNEXION DU VÉHICULE À LA SOURCE DE PUISSANCE: CHARGEUR EXTERNE

7. Objet

Cette section de la norme s'applique à la construction, à l'installation et aux essais de fonctionnement des connexions électriques entre les véhicules routiers électriques ou leur batterie d'accumulateurs et les sources de puissance fixe.

Les différents aspects décrits prennent en compte les dispositifs de connexion électrique, par exemple les fiches, les embases de connecteur, les coupleurs.

8. Définitions

En général, les définitions figurent dans la Publication 309-1 de la CEI: Prises de courant pour usages industriels, Première partie: Règles générales.

Les définitions complémentaires sont applicables:

8.1 Les *connecteurs de charge* servent à raccorder une batterie d'accumulateurs à un chargeur; ils sont connectés et déconnectés à la main. Ils se composent de deux parties:

4.2.2 *Electric road vehicle*

4.2.2.1 *Electric road vehicle without an on-board charger*

The electric road vehicle and the battery, respectively, have to be equipped with Class I protection or Class II insulation.

The above-presented protective measures in the charger and in the electric road vehicle can be used in any combination in all usual low-voltage networks without danger.

4.2.2.2 *Electric road vehicle with an on-board charger*

Under consideration.

4.3 *Equipotential bonds*

4.3.1 Equipotential bonds shall be provided for all operating equipment.

4.3.2 Additional protective insulation according to IEC Publication 364 is excluded.

4.3.3 The equipotential bonds shall be marked in accordance with IEC Publication 173: Colours of the Cores of Flexible Cables and Cords, and dimensioned in accordance with IEC Publication 364.

5. **Effect upon the electricity supply system**

Under consideration.

6. **Measuring instruments**

Under consideration.

SECTION TWO — CONNECTION OF VEHICLES TO ENERGY POWER SUPPLY: EXTERNAL CHARGER

7. **Object**

This section of the standard concerns the construction, installation and testing for operation of the electrical connections between electric road vehicles or their batteries and stationary power supplies.

Aspects covered include devices for electrical connection, for instance, plugs, socket-outlets, line couplers.

8. **Definitions**

In general, definitions are given in IEC Publication 309-1: Plugs, Socket-outlets and Couplers for Industrial Purposes, Part 1: General Requirements.

In addition, the following definitions apply:

8.1 *Charging connectors* are used for connecting a battery to a charger and are connected and disconnected by hand. They consist of two parts:

- L'embase, qui est généralement raccordée à la batterie d'accumulateurs, est fixe. Elle contient les contacts sous tension qui sont protégés contre les contacts accidentels.
 - La prise de charge, habituellement reliée au chargeur par des câbles souples.
- 8.2 Les *dispositifs de connexion automatique* sont des dispositifs de raccordement commandés à distance par le conducteur et (ou) par la position du véhicule, dont les différentes parties ne sont pas mises en place à la main.

9. Valeurs nominales pour les prises et embases

- 9.1 Les tensions continues nominales proposées sont de 150 V, 250 V, 500 V (660 V).
- 9.2 Les courants continus nominaux proposés sont de 32 A, 63 A, 125 A, 200 A, 400 A.

10. Prescriptions

10.1 Connecteurs

- 10.1.1 La prise de connexion à la source de puissance doit être conforme à la Publication 309-1 de la CEI.
- 10.1.2 Les connecteurs de charge doivent être protégés contre les contacts directs en position embrochée et débrochée. Cela peut être effectué grâce à un interrupteur électrique ou une protection mécanique. Si c'est un interrupteur électrique qui est utilisé, on doit s'assurer que les contacts qui entrent en présence sont uniquement mis sous tension une fois embrochés.
- 10.1.3 Il est recommandé que, dans la mesure du possible, tous les éléments de connexion entre le chargeur et le véhicule (câbles, connecteurs, par exemple) soient munis d'une isolation supplémentaire de protection.
- 10.1.4 Les dimensions, la disposition des broches ou toute autre caractéristique mécanique des connecteurs de charge doivent être définies de telle façon qu'il soit exclu de les connecter avec un autre type de connecteur.
- 10.1.5 Les connecteurs de charge pour les véhicules routiers électriques doivent avoir au moins:
- deux contacts principaux pour la charge;
 - un contact de terre de protection qui est connecté avant les autres contacts et disconnecté après ceux-ci.
- L'ouverture et la fermeture de tous les contacts doit s'effectuer en toute sécurité, quelles que soient les conditions.
- 10.1.6 Les connecteurs doivent posséder un système de verrouillage. Ce système entre automatiquement en action dès que les connecteurs mâles et femelles sont enfichés.
- 10.1.7 La force requise pour les opérations de connexion dépend du type de connecteurs.

Les valeurs recommandées sont données dans l'annexe A.

- The charging socket which is generally connected to the battery and has a fixed position. It contains the live contacts, which are protected from accidental contact.
- The charging plug, which is generally connected by flexible cable to the charger.

8.2 *Automatic connecting equipment* are connecting devices which are remotely controlled by the driver and/or by the position of the vehicle, i.e. the electrical connecting elements are not positioned manually.

9. Nominal values for plugs and sockets

9.1 The tentative nominal d.c. voltages are 150 V, 250 V, 500 V (660 V).

9.2 The tentative nominal d.c. currents are: 32 A, 63 A, 125 A, 200 A, 400 A.

10. Requirements

10.1 Connectors

10.1.1 Supply system plug-in connectors shall comply with IEC Publication 309-1.

10.1.2 The charging connectors shall be protected against direct contact in both the engaged and withdrawn positions. This can be effected by either an electrical interlock or mechanical protection. If an electrical interlock is used, it shall be ensured that the contacts are live only when plugged in.

10.1.3 It is recommended that, as far as possible, all connecting parts between the charger and the vehicle, such as cables and connectors, shall be provided with additional protective insulation.

10.1.4 The dimensions, pin arrangement or other mechanical characteristics of charging plug-in connectors shall be so designed as to exclude erroneous connection with components of other plug-in systems.

10.1.5 Charging plug-in connectors for electric road vehicles shall have at least:

- two main contacts for the charging circuit;
- a protective earthing contact which makes before and breaks after the main contacts.

The safe making and breaking of all the contacts shall be ensured under all conditions.

10.1.6 Charging plug-in connectors shall have a retaining device. This device may engage without any special actuation when the connector is plugged in.

10.1.7 The force required to operate the charging plug-in connectors depends on the type of connectors.

Recommended values are given in Appendix A.