

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60786**

Première édition
First edition
1984-12

**Dispositifs de commande des véhicules
électriques routiers**

Controllers for electric road vehicles



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60786: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

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* (VEI).

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 60000 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.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60786

Première édition
First edition
1984-12

**Dispositifs de commande des véhicules
électriques routiers**

Controllers for electric road vehicles

© IEC 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE.....	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Article	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Conditions d'environnement	8
4. Réalisation	8
5. Fonctionnement du dispositif de commande.....	14
6. Essai du dispositif de commande	20
7. Protection du matériel et des individus	24
ANNEXE A – Tension de sécurité	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Environmental conditions	9
4. Construction	9
5. Controller operation	15
6. Controller testing	21
7. Protection of equipment and people	25
APPENDIX A – Safety voltage	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS DE COMMANDE
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

Le présent rapport a été préparé par le Comité d'Etudes n° 69 de la CEI: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques.

En ayant voulu réduire le délai de préparation de ce rapport, il est possible que l'on ait fait référence à des domaines d'activité qui appartiendraient de manière plus appropriée à d'autres comités, par exemple l'ISO/TC 22/SC 21. Lorsque c'est le cas, il faut avoir à l'esprit que ce rapport sera harmonisé ultérieurement par un comité de rédaction.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en octobre 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 69(Bureau Central)12, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1981.

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

Afrique du Sud (République d')	Hongrie
Allemagne	Italie
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République Démocratique Populaire de)	Suède
Egypte	Suisse
	Tchécoslovaquie

Autre publication de la CEI citée dans le présent rapport:

Publication n° 529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.

Autre publication citée:

Projet de Norme internationale ISO/DIS 6469: Véhicules routiers – Spécifications pour les véhicules routiers électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONTROLLERS 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 report has been prepared by IEC Technical Committee No. 69: Electric Road Vehicles and Electric Industrial Trucks.

In order to reduce the time required to prepare this report, it is possible that reference has been made to areas of activity which should be properly covered by other committees, for example, ISO/TC 22/SC 21. Where this has been the case, it is expected that this report will be harmonized later by an editorial committee.

A first draft was discussed at the meeting held in London in October 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 69(Central Office)12, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1981.

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

Australia
Belgium
Canada
Czechoslovakia
Egypt
Germany
Hungary
Italy

Korea (Democratic People's
Republic of)
Netherlands
Romania
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
United Kingdom

Other IEC publication quoted in this report:

Publication No. 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.

Other publication quoted:

Draft International Standard ISO/DIS 6469: Road Vehicles – Specifications for Electric Road Vehicles.

DISPOSITIFS DE COMMANDE DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ROUTIERS

INTRODUCTION

Il est important de tenir compte de ce que les dispositifs utilisés pour commander la marche des véhicules électriques doivent être appropriés à l'utilisation prévue et que leur conformité à un ensemble de normes ne garantit pas nécessairement leur adaptation à cette utilisation. Il est également important de tenir compte de ce que les véhicules électriques peuvent être conduits par des personnes ne possédant aucune expérience de leur utilisation. Par suite, trois types d'utilisation possibles peuvent être définis:

1) *Utilisation normale*

Cas où le véhicule est utilisé dans les limites prévues à la conception.

2) *Utilisation anormale*

Entre autres exemples d'utilisation anormale, cas où un véhicule électrique sert à remorquer un autre véhicule. On peut également citer le cas de la conduite dans de la neige de forte épaisseur ou contre un vent debout régulier et de forte intensité.

3) *Utilisation abusive*

Entre autres exemples d'utilisation abusive, cas où le dispositif de commande est utilisé pour couper le courant et mettre hors service les limiteurs de vitesse sur de longues pentes, puis pour le remettre en service au-dessus de la vitesse maximale nominale (en marche avant ou en marche arrière).

1. Domaine d'application

Le présent rapport est applicable à l'équipement installé sur le véhicule électrique pour moduler le débit d'énergie à transférer entre la ou les batteries de traction et le ou les moteurs. Dans de nombreux cas, il n'est pas possible de considérer le dispositif de commande en le séparant d'autres éléments, tels que le moteur ou la batterie. En conséquence, on devra prendre en considération les autres systèmes éventuellement installés sur le véhicule, ensembles mécaniques de transmission compris.

2. Objet

Ce rapport a pour objet de mettre en évidence les prescriptions minimales recommandées pour la construction et le fonctionnement des dispositifs de commande des véhicules à traction électrique.

Note. — Il est admis qu'au stade actuel du développement des véhicules électriques, il existe encore des variantes de systèmes de commande qui restent à mettre au point; pour cette raison, on a fait aussi peu que possible référence à des éléments spécifiques. Il convient également de savoir qu'un grand nombre de véhicules électriques sont déjà exploités sur route et que leurs paramètres de conception ont été dictés par l'expérience.

CONTROLLERS FOR ELECTRIC ROAD VEHICLES

INTRODUCTION

It is important to recognize that the controllers to be used in electric vehicles shall be suitable for the intended application and adherence to a set of standards will not necessarily guarantee that the controller will be suitable. It is also important to recognize that electric vehicles will be operated by people who have no experience in the use of electric vehicles. Three types of possible operation can be identified therefore.

1) *Normal operation*

This is where the vehicle is being used for the purpose for which it is intended.

2) *Abnormal operation*

A simple example of abnormal operation is one for instance where an electric vehicle is being used to tow another vehicle. Others may include operation in very deep snow or against sustained severe headwinds.

3) *Abuse operation*

Examples of controller abuse may include switching it off to defeat maximum speed limiters on long gradients, and switching on again at above the nominal maximum speed (with forward or reverse selected).

1. Scope

This report is applicable to the equipment on the electric vehicle which controls the rate of energy transfer between the traction battery or batteries and the motor or motors. In many cases, it will be impossible to consider the controller without reference to other systems, for example motor or battery. Where necessary, therefore, reference will be made to these other electric vehicle systems including mechanical transmission systems.

2. Object

The object of this report is to outline the minimum recommended requirements for the construction and performance of electric vehicle traction controllers.

Note. — It is recognized that at this stage of electric vehicle development there may be alternative control systems not yet developed, and for this reason, as little reference as possible is made to specific items. It is also recognized that there are already large numbers of commercial road vehicles in operation where experience has dictated the design parameters.

3. Conditions d'environnement (voir l'ISO/DIS 6469, paragraphe 3.2)

3.1 Température

Tout comme il devra fonctionner dans les limites de température ambiante proposées (-20°C à $+40^{\circ}\text{C}$), le dispositif de commande devra également pouvoir fonctionner après avoir été maintenu à ces températures pendant une durée suffisante pour que l'ensemble de l'appareil y soit stabilisé. Dans le cas de certaines installations, la température supérieure peut être dépassée, par exemple par apport d'énergie solaire. En ce cas, le fonctionnement hors des limites normales de température fera l'objet d'une discussion entre le fabricant du dispositif de commande et le constructeur du véhicule.

3.2 Humidité

Le dispositif de commande devra fonctionner normalement jusqu'à 100 % d'humidité relative. En outre, si l'air de refroidissement est aspiré à partir de l'extérieur à travers le dispositif, l'appareil devra fonctionner en toute sécurité quand sa température se trouve en dessous du point de rosée de l'air admis, c'est-à-dire quand de la condensation se forme à la surface.

Note. — La combinaison permanente de températures internes élevées et de forte humidité constitue un problème spécial; la tenue dans ces conditions fera l'objet d'une discussion entre le fabricant du dispositif de commande et le constructeur du véhicule.

3.3 Vibrations et chocs mécaniques

Les accélérations auxquelles le dispositif de commande et ses éléments constitutifs sont soumis dépendent du mode de montage de l'appareil, de la conception du véhicule et de la nature du trajet de circulation. Comme prescription minimale, le dispositif de commande devra fonctionner normalement quand il est soumis dans n'importe quel plan à une accélération de 2,5 g sur 1 cm et sa sécurité de fonctionnement ne devra pas être affectée en présence de chocs plus importants en service. Il incombe au constructeur du véhicule de déterminer les valeurs de l'essai de choc.

Les mécanismes de réglage ne doivent pas être affectés par les niveaux convenus de vibrations et de chocs.

3.4 Stockage

Les conditions de stockage feront l'objet d'une discussion entre le fabricant du dispositif de commande et le constructeur du véhicule.

4. Réalisation (voir l'ISO/DIS 6469, paragraphe 3.9)

4.1 Exécution mécanique

4.1.1 Robustesse de l'enveloppe

Si le dispositif de commande est logé dans sa propre enveloppe au lieu d'être intégré et protégé dans et par le véhicule, il devra être réalisé de manière qu'aucun contact entre cette enveloppe et une partie active quelconque ne puisse se produire quand on place une masse d'essai sur n'importe laquelle de ses faces. Une masse d'essai de 100 kg avec comme base une surface de 30 cm × 30 cm est suggérée, ce qui équivaut à celle d'un homme de forte corpulence placé sur l'enveloppe.

Note. — Si l'emplacement du dispositif de commande sur le véhicule interdit la possibilité de lui faire supporter une telle charge, cette possibilité existe néanmoins au cours du stockage.

3. Environmental conditions (see ISO/DIS 6469, Clause 3.2)

3.1 Temperature

As well as operating within the ambient temperature proposed (-20°C to $+40^{\circ}\text{C}$) the controller should operate after being allowed to soak at these temperatures for sufficient time to ensure temperature stability within the controller. In certain controller installations, the higher temperature could be exceeded, for instance, by solar gain. In this case operation outside the normal temperature limits should be the subject of discussion between the controller manufacturer and vehicle manufacturer.

3.2 Humidity

The controller should continue to function normally at relative humidities up to 100%. In addition, if cooling air is drawn from outside the controller, it should function safely when its temperature is below the dew-point of the incoming air, that is when condensation is formed on the controller surfaces.

Note. — The combination of continuous high internal temperature and high humidity constitutes a special problem and correct operation under these conditions should be the subject of discussions between the controller manufacturer and vehicle manufacturer.

3.3 Vibration and mechanical shock

The accelerations to which the controller and controller components are subjected depend on the controller mounting, the vehicle design and the operating terrain. As a minimum requirement the controller should continue to operate normally when accelerated in any plane at 2.5 g over a distance of 1 cm and should operate safely if subjected to a more severe shock in service. The magnitude of the test shock should be determined by the vehicle manufacturer.

Adjusting mechanisms should not be affected by the agreed levels of vibration and shock.

3.4 Storage

Conditions of storage should be the subject for discussion between the controller manufacturer and the vehicle manufacturer.

4. Construction (see ISO/DIS 6469, Clause 3.9)

4.1 Mechanical construction

4.1.1 Case strength

If the controller is housed in its own case as opposed to being housed by the vehicle alone, it should be constructed so that no contact between the case and any live parts can occur as a result of placing a test weight on any surface of the controller. A suggested test weight would be 100 kg, applied over an area of 30 cm × 30 cm, which would be equivalent to a heavy person standing on the case.

Note. — If the position of the controller on the vehicle precludes the possibility of such loading, it should be recognized that such abuses could occur in storage.

4.1.2 *Résistance à l'eau*

Le dispositif de commande devra être réalisé, installé et ventilé de telle sorte qu'une entrée d'eau de pluie, de lavage et de nettoyage à haute pression, n'entraîne aucun défaut de fonctionnement de l'appareil pendant toute la durée de vie prévue à la conception.

4.1.3 *Température*

Note. — Il n'est pas considéré comme normal d'avoir à protéger le personnel de service compétent contre les contacts avec les éléments des véhicules à moteur à combustion interne qui peuvent se trouver portés à température élevée; des règles de protection dans le cas des véhicules électriques sont estimées limitatives sans nécessité.

4.1.4 *Bruit mécanique*

Le dispositif de commande devra être réalisé ou installé de telle sorte que les niveaux de bruit engendrés en exploitation tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du véhicule, qu'ils soient directement rayonnés ou, par exemple, provoqués par des variations de champ magnétique, ne dépassent pas les niveaux de bruit spécifiés pour la classe particulière au véhicule.

4.1.5 *Contact électrique direct*

Se référer au paragraphe 3.9 de l'ISO/DIS 6469.

Le dispositif de commande devra être installé de manière que, à moins d'intention délibérée de les découvrir, par exemple en utilisant une clé ou des outils, il soit impossible de toucher les parties électriques actives (classe de protection IP4X de la Publication 529 de la CEI: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes), si la tension de traction est supérieure à une certaine valeur (voir annexe A (à l'étude)).

4.1.6 *Ouvertures de ventilation*

Elles devront être protégées comme indiqué au paragraphe 4.1.5 ou équipées de manches qui ne peuvent s'enlever qu'à l'aide d'outils.

4.1.7 *Connexions électriques du dispositif de commande*

Les conducteurs électriques qui entrent dans l'enveloppe du dispositif de commande devront être protégés de manière appropriée pour éviter les possibilités d'endommagement mécanique en service dues aux vibrations, aux manipulations, etc.

4.2 *Construction électrique*

4.2.1 *Identification des paramètres électriques*

Le dispositif de commande devra porter un marquage qui identifie la tension nominale si les composants sont sensibles à sa valeur et qu'un fonctionnement à une tension incorrecte risque de mettre le personnel en danger. Si nécessaire, le type de batterie et le débit maximal admissible devront également être indiqués.

4.1.2 *Water resistance*

The controller should be constructed, mounted and ventilated in such a way that water ingress due to the effects of rain, washing and high-pressure cleaning systems, does not cause any controller malfunction during its designed lifetime.

4.1.3 *Temperature*

Note. — It is not normal to protect trained service personnel against contact with components in an internal combustion engined vehicle that may be at a high temperature and a requirement for protection for electric vehicles is considered undesirably restrictive.

4.1.4 *Mechanical noise*

The controller should be constructed and mounted in such a way that the noise levels present both inside and outside the vehicle as a result of its operation, either directly radiated or excited, for instance by changing magnetic fields, do not exceed the noise levels specified for the particular class of vehicle.

4.1.5 *Direct electrical contact*

Reference is made to Clause 3.9 of ISO/DIS 6469.

The controller should be installed in such a way that unless a deliberate effort is made to expose them, for example using a key or tools, the live parts should be protected according to protection class IP4X of IEC Publication 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures, if the nominal traction voltage is above a certain value (see Appendix A (under consideration)).

4.1.6 *Cooling vents*

These should be protected as in Sub-clause 4.1.5, or should be fitted with ducts that can be removed only with tools.

4.1.7 *Electrical connections to the controller*

Where electrical leads are passed through openings in a controller housing they should be adequately protected to prevent the possibility of mechanical damage during operation, due to vibration or handling, etc.

4.2 *Electrical construction*

4.2.1 *Identification of electrical parameters*

The controller should be provided with a marking which identifies the nominal voltage where the components are voltage sensitive and when operation at the incorrect voltage may cause danger to personnel. Where appropriate, the type of battery and maximum current handling capacity should also be identified.

4.2.2 Limites de la tension de fonctionnement

Le dispositif devra fonctionner à sa pleine capacité avec une batterie de traction dont les limites de tension sont comprises entre 125% et 75% de sa tension nominale, si le véhicule utilise le freinage en récupération commandée. A condition que le dispositif de commande soit utilisé avec une batterie de tension nominale correcte, des tentatives de fonctionnement quand la tension réelle de la batterie se trouve hors des limites spécifiées ne devront pas endommager le dispositif de commande.

Note. — Les limites de tension peuvent être modifiées après discussion entre le fabricant du dispositif de commande et le constructeur du véhicule si on utilise, par exemple, un type de batterie différent du modèle classique plomb-acide.

4.2.3 Réponse aux états transitoires

4.1.3.1 Influence sur le circuit de traction

Le dispositif de commande devra être insensible à tous les transitoires provoqués par son propre fonctionnement et à tous ceux qui dépendent d'autres charges branchées sur la batterie de traction et qui ont été agréées par le fabricant du dispositif de commande.

4.2.3.2 Influence sur les autres circuits du véhicule

A l'installation du dispositif de commande, il se peut que certains conducteurs consacrés aux signaux de commande, reliés par exemple à l'accélérateur ou à la commande de freinage, soient installés au voisinage d'autres faisceaux du véhicule. Le dispositif de commande devra rester insensible à tous les transitoires qui peuvent se produire dans ces autres faisceaux selon les dispositions du paragraphe 4.2.3.1. Toute filerie du dispositif de commande qui devra être séparée de celle du véhicule devra être clairement repérée ou il devra être impossible de la placer dans une zone sensible; cette filerie devra être installée de telle manière que d'autres fils générateurs de rayonnements transitoires ne puissent être posés au même endroit.

4.2.4 Isolement électrique

4.2.4.1 Rigidité diélectrique

Si la tension de batterie est supérieure à une certaine valeur (voir annexe A (à l'étude)), un essai initial du matériel de commande devra être effectué pour s'assurer que l'isolation entre les parties actives et la masse conductrice du véhicule est bonne.

La tension d'essai devra être maintenue à sa valeur maximale pendant 1 min selon les valeurs indiquées ci-dessous:

<i>Tension nominale de la batterie U</i>	<i>Tension d'essai</i>
Jusqu'à 48 V	500 V
48 V à 110 V	1 000 V
Au-dessus de 110 V	$2 U + 1\,000 \text{ V}$, min. 1 500 V

La tension d'essai est une tension alternative efficace sinusoïdale commerciale, de fréquence comprise entre 25 Hz et 100 Hz.

Note. — Il est admis que cet essai peut soulever des difficultés pratiques, particulièrement avec les dispositifs de commande électroniques et les alimentations éventuelles de batteries auxiliaires. Toutefois, on peut déconnecter la batterie auxiliaire et prendre les mesures appropriées pour protéger le dispositif de commande. Il convient de faire effectuer cet essai par le fabricant du dispositif de commande ou par l'un de ses représentants agréés.

4.2.2 *Operating voltage limits*

The controller should operate at full performance with the traction battery when the battery voltage limits are between 125% and 75% of nominal voltage of the battery if controlled regenerative retardation is employed. Provided the controller is being used with a battery of the correct nominal voltage, attempts to operate with the actual battery voltage outside the specified limits should not cause any damage to the controller.

Note. — The voltage limits may be changed after discussion between the controller manufacturer and vehicle manufacturer if for instance a type of battery was used which was different from the conventional lead-acid battery.

4.2.3 *Response to transients*

4.2.3.1 *Within the traction circuit*

The controller should be immune to all transients associated with its own operation and to all transients associated with any other load on the traction battery where these loads are approved by the controller manufacturer.

4.2.3.2 *Within other vehicle circuits*

During controller installation, it is likely that some controller signal wiring, for example from the accelerator and/or brake command units, will be routed in close proximity to other vehicle harnesses. The controller should be immune to any transients in these other vehicle harnesses in accordance with Sub-clause 4.2.3.1. Any controller wiring which should be separated from the vehicle wiring should be clearly identified, or should be impossible to position in a sensitive area and should be positioned so that other transient radiating wiring could not be routed in the same place.

4.2.4 *Electrical isolation*

4.2.4.1 *Dielectric strength*

When the traction battery is above a certain voltage (see Appendix A (under consideration)), an initial check should be carried out on the control equipment to ensure that the insulation between the live electrical parts and the vehicle conductive mass is sound.

The full test voltage should be maintained for 1 min in accordance with the values indicated below:

<i>Nominal battery voltage U</i>	<i>Test voltage</i>
Up to 48 V	500 V
48 V to 110 V	1 000 V
Over 110 V	$2 U + 1\,000 \text{ V}$, min. 1 500 V

Test voltage to be r.m.s. a.c. commercial sine wave between 25 Hz and 100 Hz.

Note. — It is recognized that this test may cause practical difficulties, particularly with electronic controllers and supplies for auxiliary batteries if fitted. The auxiliary battery may be disconnected therefore and adequate steps taken to protect the controller. The test should be carried out by the controller manufacturer or by a representative appointed by the controller manufacturer.

4.2.4.2 *Isolation entre parties électriques actives et masse conductrice du véhicule*

Au-delà d'une certaine tension (voir annexe A (à l'étude)), la résistance d'isolement entre les parties électriques actives et la masse conductrice du véhicule devra être mesurée en appliquant une tension d'essai (PARD inférieure à 10%) dont la valeur est d'au moins trois fois la valeur maximale définie au paragraphe 4.2.2 entre les parties actives et la masse conductrice. La valeur minimale admissible de la résistance d'isolement devra être supérieure à 1 k Ω par volt d'essai.

4.2.4.3 *Isolement des circuits auxiliaires*

Il est recommandé de prévoir un isolement électrique entre le circuit de traction et les circuits auxiliaires.

Si des raisons fonctionnelles amènent à connecter électriquement le circuit de traction et les circuits auxiliaires du véhicule et que la tension nominale de la batterie de traction dépasse une certaine valeur (voir annexe A (à l'étude)), le courant de fuite le plus élevé qui peut circuler, pour cette raison, à travers le dispositif de commande devra être limité à une valeur de 1 mA en raccordant n'importe quel point de la batterie de traction au châssis du véhicule pour effectuer l'essai.

Note. — En pratique, les fuites électriques à partir de la batterie de traction peuvent atteindre une valeur supérieure, de sorte que le courant de fuite entre le circuit de traction et les circuits auxiliaires peut être mesuré en substituant une source isolée de courant continu à la batterie ou, le cas échéant, être déterminé par le calcul.

4.2.5 *Production de perturbations*

4.2.5.1 *Perturbations électromagnétiques*

Comme le dispositif de commande peut constituer une source de perturbations électromagnétiques, il convient de l'étudier, de le réaliser ou de l'installer de manière que ces perturbations n'affectent pas le fonctionnement du véhicule.

4.2.5.2 *Perturbations sur les matériels situés à l'extérieur du véhicule*

Le dispositif de commande devra être étudié conjointement avec le reste du véhicule de manière qu'aucun rayonnement indésirable ne se produise en exploitation normale.

Note. — Il s'agit ici d'un domaine différent où les prescriptions d'immunité de perturbations d'autres équipements n'ont pas été définies.

4.2.6 *Résistance du dispositif de commande aux perturbations électriques extérieures*

Le dispositif de commande devra être réalisé de telle manière que les perturbations électriques engendrées à distance par d'autres équipements montés sur le véhicule ou placés à l'extérieur de celui-ci n'affectent pas le bon fonctionnement du dispositif de commande.

5. *Fonctionnement du dispositif de commande*

5.1 *Mise sous tension*

Cet article concerne spécifiquement les véhicules aptes à la circulation routière en trafic normal.

4.2.4.2 *Insulation between live electrical parts and vehicle conductive mass*

Above a certain voltage (see Appendix A (under consideration)) the insulation resistance between live electrical parts and the vehicle conductive mass should be measured by applying a test voltage with less than 10% PARD and of at least three times the maximum value as defined in Sub-clause 4.2.2 between the live parts and the conductive mass. The permissible minimum value of resistance should be 1 k Ω per test-volt.

4.2.4.3 *Isolation of auxiliary circuits*

Electrical isolation between the traction circuit and the auxiliary circuit is recommended.

If, for functional reasons, the traction circuit and the vehicle auxiliary circuit are electrically connected and the nominal voltage of the traction battery exceeds a certain voltage (see Appendix A (under consideration)), the highest leakage current that is permitted to flow via the controller for this reason, should be limited to 1 mA no matter which point of the traction battery is connected to the vehicle chassis for test purposes.

Note. — In practice, electrical leakage from the traction battery is likely to be higher than this, so the leakage current between the traction circuit and the auxiliary circuit may be measured by substituting an isolated d.c. source for the battery, or where appropriate, it may be obtained by calculation.

4.2.5 *Generated interference*

4.2.5.1 *Electromagnetic interference (EMI)*

Since the controller may be a source of EMI, it should be designed, constructed or installed so that the EMI from the controller does not affect the operation of the vehicle.

4.2.5.2 *Interference to equipment outside the vehicle*

The controller should be designed in conjunction with the rest of the vehicle in such a way that in normal operation no unwanted radiations are generated.

Note. — This is recognized as a different area where standards of noise immunity for other equipment have not been defined.

4.2.6 *Controller resistance to external electrical interference*

The controller should be designed in such a way that electrical interference generated remotely by other equipment, on or off the vehicle, does not adversely affect controller operation.

5. **Controller operation**

5.1 *Controller switch-on*

This clause relates specifically to traffic compatible road vehicles.

5.1.1 Généralités

Un signal sonore, lumineux ou autre devra prévenir le conducteur que le dispositif de commande se trouve sous tension et que l'enfoncement de l'accélérateur actionnera la chaîne de traction. Le signal d'avertissement peut être supprimé lors de la conduite réelle.

5.1.2 Modalités de mise sous tension

Si la vitesse est inférieure à 5 m/s (18 km/h) environ, il devra être impossible de mettre en route le dispositif de commande, l'accélérateur étant préalablement enfoncé.

5.2 Changement du sens de marche

Se référer au paragraphe 3.9.4.4 de l'ISO/DIS 6469.

Le conducteur devra disposer d'un témoin direct et univoque du sens de marche choisi. A une vitesse inférieure à 1 m/s (3,6 km/h), le changement du sens de marche suivi de l'enfoncement de l'accélérateur à partir de la position de repos devra toujours engendrer le couple moteur approprié au sens de marche désiré.

Aux vitesses plus élevées, les modes de fonctionnement ci-après sont proposés comme suggestions.

- 1) Un couple de freinage, qui peut être nul, peut être établi jusqu'à l'arrêt du véhicule ou jusqu'à ce que la vitesse tombe en dessous de 1 m/s. Dans ces conditions, l'action sur l'accélérateur ou sur le frein peut ou non commander l'augmentation du couple de freinage par le système d'entraînement.

Note. — Il convient de prendre garde à ne pas provoquer une augmentation soudaine et inattendue du couple moteur dans le sens de marche choisi quand la vitesse tombe en dessous du seuil de 1 m/s (3,6 km/h).

- 2) Une méthode moins satisfaisante d'utilisation du dispositif de commande consiste à le mettre automatiquement hors tension dans l'attente de la prochaine procédure définie de reprise.

Une nouvelle sélection du sens de marche déjà suivi par le véhicule devra permettre la réactivation de la commande de propulsion normale sans arrêter le véhicule.

5.3 Remise en service du dispositif de commande

Si un circuit de sécurité à ouverture coupe le courant en présence d'un défaut, il devra être possible au conducteur de remettre le dispositif de commande en service sans difficulté. Cela peut être réalisé, par exemple, de manière totalement automatique, ou par un relâchement des pédales de commande ou encore en passant au point mort puis en sélectionnant le sens de marche désiré sans appuyer sur l'accélérateur. Le système de commande peut être prévu pour permettre la sélection du sens de marche en gardant l'accélérateur enfoncé, si cette remise en service se fait à une vitesse supérieure à 5 m/s (18 km/h) environ.

Notes 1. — Ce qui précède ne s'applique qu'à un défaut temporaire, comme une mauvaise commutation dans un dispositif de commande électronique. Un défaut permanent ne peut être annulé de cette manière.

2. — Ce concept de défaut temporaire est particulièrement approprié comme mécanisme de défense contre une conduite abusive. Le circuit de sécurité ne devra pas faire appel à des fusibles, essentiellement parce que cela risquerait d'immobiliser le véhicule sans nécessité.

5.4 Utilisation simultanée de l'accélérateur et du frein

Le dispositif de commande devra être conçu de telle manière que l'utilisation simultanée de l'accélérateur et du frein n'entraîne pas de réactions inattendues. En

5.1.1 General

There should be an audible, visual or other warning given to the driver that the controller is activated such that depression of the accelerator would energize the drive train. This warning signal may be removed when the vehicle is actually being driven.

5.1.2 Switch-on procedure

It should be impossible to activate the controller with the accelerator already depressed, if the speed is below about 5 m/s (18 km/h).

5.2 Change in selected direction

Reference is made to Clause 3.9.4.4 of ISO/DIS 6469.

Positive and unambiguous indication should be given to the driver of the selected direction of motion. Below a speed lower than 1 m/s (3.6 km/h), change in selected direction followed by depression of the accelerator from the released position should always produce controlled torque appropriate to the direction selected.

At higher speeds, the following methods of operation are given as suggestions:

- 1) A retardation torque, which may be zero, can be established until the vehicle comes to rest or until the speed falls below about 1 m/s. Depression of the accelerator or brake under these conditions may or may not cause the retardation torque due to the drive system to increase.

Note. — Care should be taken not to establish a sudden and unexpected increase in drive torque in the selected direction as the speed falls below the threshold below 1 m/s (3.6 km/h).

- 2) A less satisfactory method of operation is for the controller to be switched off automatically until a defined reset procedure is followed.

Re-selection of the direction in which the vehicle is already moving should enable normal driving control to be re-established without stopping the vehicle.

5.3 Controller reset

If an automatic safety disconnect circuit should detect a fault and interrupt the current, it should be possible for the driver to re-activate the controller without difficulty. For example, this may be achieved completely automatically or by releasing the control pedals or by selecting neutral followed by selecting the required direction with the accelerator released. If the re-activation is attempted above about 5 m/s (18 km/h), the control system may be designed to allow re-selection of the required direction with the accelerator depressed.

Notes 1. — The above applies only to a temporary fault such as miscommutation in an electronic controller. A permanent fault cannot be cleared in this way.

2. — This condition of temporary fault is particularly relevant when considered as a defence mechanism against driver abuse. The safety circuit should not rely on fuses therefore because to do so could immobilize the vehicle unnecessarily.

5.4 Simultaneous operation of the accelerator and the brake

The controller should be designed in such a way that operation of the accelerator and brake together does not cause an unexpected response. In particular, if the brake is

particulier, l'utilisation du frein sans retour à la position de repos de l'accélérateur ne devra pas provoquer l'accélération soudaine et inattendue du véhicule au relâchement du frein.

Note. — Cela peut être réalisé de plusieurs manières, dont trois exemples sont donnés ci-après:

- 1) Comme c'est le cas avec les véhicules à moteur à combustion interne normaux, la pédale de frein ne neutralise pas électriquement l'accélérateur et le conducteur est averti du défaut par l'augmentation de la pression de freinage requise pour obtenir le freinage désiré.
- 2) La neutralisation électrique commandée par la pédale de frein est progressive et le conducteur est averti comme ci-dessus. En outre, quand on commence à relâcher la pédale de frein, le véhicule tend à avancer doucement.
- 3) Si la neutralisation électrique due à la pédale de frein est totale, il ne devra pas alors être possible de reprendre la traction tant que l'accélérateur ne sera pas entièrement revenu à la position de repos après relâchement du frein.

Des combinaisons de ces méthodes ou d'autres méthodes permettant d'obtenir le même résultat peuvent être utilisées.

5.5 Puissance minimale commandée

Utilisé en conjonction avec la batterie et le moteur agréés dans le véhicule pour lequel il a été prévu, le minimum de puissance délivré par le dispositif de commande en traction comme en freinage de récupération, si besoin est, devra être tel qu'il minimise les risques de dérapage sur les surfaces glacées. La valeur minimale de l'effort de traction requis devra être déterminée par le constructeur du véhicule et la puissance du dispositif de commande être réalisée en conséquence.

Note. — Sur surface glacée, de fortes valeurs de freinage en récupération peuvent entraîner une perte d'adhérence des roues motrices sur le sol; cette éventualité devra être prise en considération.

5.6 Variations de la puissance commandée

Les systèmes de commande qui agissent par échelons de couple moteur peuvent également entraîner des risques d'instabilité sur surface glacée. Il peut être particulièrement difficile de contrôler un couple de freinage électrique discontinu. Les valeurs admissibles de variation du couple moteur devront être déterminées par le constructeur du véhicule.

5.7 Coupure d'urgence

Se référer au paragraphe 3.9.4.1 de l'ISO/DIS 6469.

Note. — Il convient de s'assurer que le fonctionnement de l'interrupteur «coupure d'urgence» ne soit pas nuisible pour le dispositif de commande ou pour le moteur.

5.8 Fonctionnement en condition de défaut

Se référer au paragraphe 3.9.4.2 de l'ISO/DIS 6469.

5.9 Verrouillages électriques (sécurité)

Si le véhicule est muni de verrouillages qui empêchent de le mettre en mouvement, par exemple quand le chargeur est connecté, que des trappes de visite sont ouvertes, etc., il ne devra pas être possible de mettre en route le dispositif de commande en éliminant cette sécurité si l'accélérateur est préalablement enfoncé.

Si des dispositifs de protection peuvent fonctionner en exploitation normale, par exemple par surchauffe du moteur, par sous-tension de la batterie, etc., cette protection ne devra pas entraîner un arrêt soudain de la traction sans que le conducteur en ait été dûment averti.

depressed without the accelerator being released, the vehicle should not accelerate suddenly and unexpectedly when the brake is next released.

Note. — This may be achieved in a number of ways, three examples are given:

- 1) The brake pedal does not electrically override the accelerator. This is the case in normal internal combustion engined vehicles and the driver is warned of the failure by the increased brake pressure which is required to give the desired braking action.
- 2) The electrical override due to the brake pedal is gradual. Similar warning will be given to the driver as above. In addition, as the brake pedal starts to be released, the vehicle will tend to move gently.
- 3) If electrical override due to the brake pedal is total, then it should not be possible to re-establish drive unless the accelerator is fully released when the brake is released.

Combinations of these methods or other methods of achieving the same result may be used.

5.5 *Minimum output*

When used in conjunction with the approved battery and motor, in the vehicle for which it has been designed, the minimum output from the controller both in motoring and regenerative retarding, if appropriate, should be such that the risk of skidding on icy surfaces is minimized. The minimum value of tractive effort required should be determined by the vehicle manufacturer and the controller output designed accordingly.

Note. — On icy surfaces, high levels of regenerative retardation may cause loss of adhesion between the drive wheels and the surface, and this possibility should be considered.

5.6 *Output variations*

Control systems which vary the motor torque in steps may also give rise to instability on icy surfaces. Step variations in electric retardation torque may be particularly difficult to control. The permissible variations in motor torque should be determined by the vehicle manufacturer.

5.7 *Emergency disconnect*

Reference is made to Clause 3.9.4.1 of ISO/DIS 6469.

Note. — Care should be taken to ensure that the operation of the "power-off" switch is not detrimental to the controller or motor.

5.8 *Operation under fault conditions*

Reference is made to Clause 3.9.4.2 of ISO/DIS 6469.

5.9 *Electrical interlocks*

If the vehicle is fitted with interlocks which prevent it from being driven, for example charger connected, door open, etc., it should not be possible to activate the controller by removing the interlocks if the accelerator is already depressed.

If protective devices operate during normal operation, for example motor over-temperature, battery voltage low, etc., the protection should not occur as sudden loss of drive unless the driver is given adequate warning.

5.10 Réglages en service

S'il est possible que des réglages puissent être effectués par du personnel de service non qualifié, ces réglages devront pouvoir être effectués sans danger de contact électrique direct ou indirect avec les éléments actifs (Publication 529 de la CEI, degré de protection IP4X).

6. Essai du dispositif de commande

6.1 Généralités

Les essais électriques dynamiques devront être effectués sur le véhicule pour lequel le dispositif de commande a été étudié ou sur un dynamomètre approuvé par le constructeur du véhicule. Les normes ISO correspondantes ou tout autre cycle d'essai homologué sont recommandés pour essayer les dispositifs des véhicules aptes à la circulation routière.

6.2 Essais de type

Ces essais devront être effectués par le fabricant du dispositif de commande avant de mettre ces dispositifs de commande dans le commerce, pour démontrer que les dispositifs de commande dont les spécifications correspondent au présent rapport satisfont à l'utilisation prévue. D'autres essais de type devront être effectués en cours de fabrication pour assurer que les spécifications continuent à être respectées. Les modifications d'exécution comme les modifications de matériaux qui sont apportées en cours de production devront être justifiées par une nouvelle série d'essais de type en accord avec les exigences de l'utilisateur.

Note. — Il convient d'admettre que certains essais de type sont destructifs.

6.2.1 Essais mécaniques

Ces essais seront effectués pour s'assurer que les spécifications portant sur les dimensions, la réalisation, l'accès, la résistance aux vibrations, l'entrée d'eau et le bruit engendré sont respectées.

6.2.2 Essais électriques

Ces essais seront effectués pour s'assurer qu'après montage des dispositifs de commande sur le véhicule, les spécifications portant sur la plage des températures de fonctionnement, l'humidité, les fonctions de commande, les verrouillages de sécurité, les transitoires électriques, les perturbations électromagnétiques et sur le comportement en présence de conditions électriques extrêmes sont respectées.

6.2.3 Essais de rigidité diélectrique

A l'état neuf ou après réparation, les dispositifs de commande seront essayés du point de vue de leur rigidité diélectrique selon les dispositions du paragraphe 4.2.4.1.

6.2.4 Température interne

Des essais seront effectués en utilisant le dispositif de commande selon un cycle d'essai agréé et en mesurant la température maximale des composants internes soumis aux essais. La température de n'importe quel composant interne ne devra pas dépasser la valeur maximale autorisée par son fabricant. Au cours de ces essais, on utilisera les

5.10 *Adjustments in service*

Where adjustments may be carried out by non-electrical service personnel, it should be possible to carry out these adjustments without danger from direct or indirect contact with live components (IEC Publication 529, degree of protection IP4X).

6. **Controller testing**

6.1 *General*

The dynamic electrical tests should be carried out on the electric vehicle for which the controller was designed or on a dynamometer approved by the vehicle manufacturer. The relevant ISO standards or other agreed test cycles are recommended for a traffic compatible road vehicle.

6.2 *Type tests*

Type tests should be made by the controller manufacturer to demonstrate that the controllers whose specification is covered by this report are satisfactory for the intended application, before the controllers are supplied on a commercial basis. Further type tests should be carried out during the production run to ensure that specifications are still being met. Design and/or material changes introduced during production should be evaluated by a further series of type tests in accordance with the requirements of the user.

Note. — It should be recognized that certain type tests may be destructive.

6.2.1 *Mechanical tests*

Mechanical tests should be carried out to ensure that the specifications with regard to dimensions, construction, access, vibration resistance, water ingress and noise generation are met.

6.2.2 *Electrical tests*

Electrical tests should be carried out to ensure that when the controllers are mounted in a vehicle, the specifications with regard to operating temperature range, humidity, control functions, interlocks, electrical transients, EMI and behaviour under electrically extreme conditions are met.

6.2.3 *Dielectric strength tests*

Dielectric strength tests should be conducted on new and completely rebuilt controllers in accordance with Sub-clause 4.2.4.1.

6.2.4 *Internal temperatures*

Tests should be carried out using the controller on an approved test cycle and the maximum temperature of the internal components measured. The temperature of any individual component should not exceed the maximum permitted by the manufacturer of that component. The normal controller cooling arrangements corresponding to the most

moyens de refroidissement qui sont normalement prévus pour le dispositif de commande et qui correspondent aux conditions d'exploitation les plus sévères. Le bon fonctionnement des dispositifs de protection thermique éventuellement installés sera contrôlé pendant l'essai.

6.2.5 *Limites de tension*

Le bon fonctionnement du dispositif de commande sera contrôlé dans les limites de tension prévues au paragraphe 4.2.2 ainsi que l'absence d'endommagement en cas de fonctionnement avec la batterie prévue, mais avec des tensions aux bornes qui sortent de ces limites.

6.2.6 *Perturbations électromagnétiques*

Le dispositif de commande sera contrôlé sur véhicule pour s'assurer que le rayonnement électromagnétique engendré en fonctionnement ne dépasse pas les limites définies au paragraphe 4.2.5. On vérifiera également qu'il n'est pas affecté par les perturbations produites à l'extérieur en raison de son fonctionnement propre ou par suite de la présence d'autres charges agréées, raccordées à la batterie de traction (voir paragraphe 4.2.3).

6.3 *Essais individuels*

Les essais individuels seront pratiqués sur tous les dispositifs de commande avant livraison au constructeur du véhicule.

6.3.1 *Essais d'isolation*

Le dispositif de commande sera vérifié selon les dispositions des paragraphes 4.2.4.2 et 4.2.4.3 pour s'assurer que les prescriptions requises pour l'isolation et l'isolement sont respectées.

6.3.2 *Mise sous tension et verrouillages de sécurité*

On vérifiera que le dispositif de commande ne peut être mis sous tension que dans les conditions prévues au paragraphe 5.1.2 et que les sécurités fonctionnent selon les dispositions du paragraphe 5.9.

6.3.3 *Puissance minimale commandée – Variations de la puissance commandée*

La puissance minimale commandée et les variations de celle-ci dues au dispositif de commande seront vérifiées selon les dispositions des paragraphes 5.5 et 5.6 dans les conditions de traction et, si nécessaire, en freinage par récupération.

6.3.4 *Circuit de sécurité*

Pour les dispositifs de commande électroniques à thyristor, on mettra le circuit de commutation en panne pour vérifier le fonctionnement du véhicule ou une simulation équivalente selon les dispositions du paragraphe 5.8.

6.3.5 *Commande du courant moteur*

Le dispositif de commande sera essayé dans toute la plage d'intensités de traction et, si besoin est, de freinage de récupération, pour toutes les vitesses autorisées par le moteur. L'essai sera effectué avec une batterie ou une simulation équivalente.