

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61992-7-1

Première édition
First edition
2006-02

**Applications ferroviaires –
Installations fixes –
Appareillage à courant continu –**

Partie 7-1:

**Appareils de mesure, de contrôle et de protection
pour usage spécifique dans les systèmes de
traction à courant continu – Guide d'application**

**Railway applications –
Fixed installations –
DC switchgear –**

Part 7-1:

**Measurement, control and protection devices
for specific use in d.c. traction systems –
Application guide**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61992-7-1:2006

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61992-7-1

Première édition
First edition
2006-02

**Applications ferroviaires –
Installations fixes –
Appareillage à courant continu –**

Partie 7-1:

**Appareils de mesure, de contrôle et de protection
pour usage spécifique dans les systèmes de
traction à courant continu – Guide d'application**

**Railway applications –
Fixed installations –
DC switchgear –**

Part 7-1:

**Measurement, control and protection devices
for specific use in d.c. traction systems –
Application guide**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Mesures	10
4.1 Généralités	10
4.2 Courant	10
4.3 Diviseurs de tension	12
5 Systèmes de commande	12
5.1 Généralités	12
5.2 Antipompage	14
5.3 Refermeture automatique à temps de refermeture variable et déclenchement définitif	14
5.4 Dispositif d'essai de ligne	14
5.5 Inhibiteur de fermeture à minimum de tension	18
6 Systèmes de protection	18
6.1 Généralités	18
6.2 Système de protection des disjoncteurs de ligne (L)	20
6.3 Système de protection de disjoncteur à redresseur (R)	22
6.4 Action directe (déclencheur par couplage série)	22
6.5 Action indirecte	28
Annexe A (informative) Caractéristiques des relais de protection électroniques	38
Annexe B (informative) Vitesse de montée et protection ΔI Exemples pour la sélection des caractéristiques de défaut et de réglage des paramètres	42
Bibliographie	48
Figure 1 – Exemple de capteur à effet Hall en éléments séparés	12
Figure 2 – Circuit type du dispositif d'essai de ligne	16
Figure 3 – Dispositif (électromagnétique) à impédance type – Caractéristiques et réglages	28
Figure 4 – Systèmes de protection des défauts des châssis	34
Figure B.1 – Exemple de discrimination des relais de vitesse de montée et ΔI	44

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions.....	9
4 Measurement.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Current.....	11
4.3 Voltage dividers.....	13
5 Control systems.....	13
5.1 General.....	13
5.2 Anti-pumping.....	15
5.3 Auto-reclose with variable reclose time and final lock out.....	15
5.4 Line test device.....	15
5.5 Undervoltage close inhibit.....	19
6 Protection systems.....	19
6.1 General.....	19
6.2 Protection system for line circuit-breakers (L).....	21
6.3 Protection system for rectifier circuit-breaker (R).....	23
6.4 Direct acting (series trip).....	23
6.5 Indirect acting.....	29
Annex A (informative) Electronic protection relay features.....	39
Annex B (informative) Rate of rise and ΔI relay Examples for fault characteristic and setting parameter selection.....	43
Bibliography.....	49
Figure 1 – Example of a split form Hall effect sensor.....	13
Figure 2 – Basic circuit for line test device.....	17
Figure 3 – Typical impedance device (electromagnetic) characteristics and setting.....	29
Figure 4 – Frame fault protection systems.....	35
Figure B.1 – Example of rate of rise and ΔI relay discrimination.....	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61992-7-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de la présente norme est issu de l'EN 50123-7-1 ainsi que des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/892/FDIS	9/914/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente Norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide

FOREWORD

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

International Standard IEC 61992-7-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

The text of this standard is based on EN 50123-7-1 and the following documents:

FDIS	Report on voting
9/892/FDIS	9/914/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 61992 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu*:

- Partie 1: Généralités
- Partie 2: Disjoncteurs en courant continu
- Partie 3: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour l'intérieur
- Partie 4: Interrupteurs-sectionneurs, sectionneurs et sectionneurs de terre à courant continu, pour usage extérieur
- Partie 5: Parafoudres et limiteurs de tension pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu
- Partie 6: Ensembles d'appareillage à courant continu
- Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application
- Partie 7-2: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de courant d'isolement et autres appareils de mesure du courant
- Partie 7-3: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de tension d'isolement et autres appareils de mesure de la tension

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

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 61992 consists of the following parts, under the general title *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear*:

- Part 1: General
- Part 2: DC circuit-breakers
- Part 3: Indoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 4: Outdoor d.c. disconnectors, switch-disconnectors and earthing switches
- Part 5: Surge arresters and low-voltage limiters for specific use in d.c. systems
- Part 6: DC switchgear assemblies
- Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide
- Part 7-2: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating current transducers and other current measuring devices
- Part 7-3: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating voltage transducers and other voltage measuring devices

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

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – APPAREILLAGE À COURANT CONTINU –

Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61992 fournit une aide, les lignes directrices et les exigences de conception pour les systèmes de protection, de commandes et de mesures utilisés dans les installations d'alimentation des réseaux de traction en courant continu. Le présent guide d'application identifie les caractéristiques et les paramètres des matériels de mesure, de commande et de protection des systèmes de traction en courant continu.

Les lignes directrices s'appliquent plus particulièrement aux systèmes de protection électrique.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61992-1:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 1: Généralités*

CEI 61992-2:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 2: Disjoncteurs en courant continu*

CEI 61992-7-2:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 7-2: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de courant d'isolement et autres appareils de mesure du courant*

CEI 61992-7-3:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 7-3: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Transducteurs de tension d'isolement et autres appareils de mesure de la tension*

CEI 62128-1:2003, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61992-1 s'appliquent.

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – DC SWITCHGEAR –

Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide

1 Scope

This part of IEC 61992 provides assistance, guidance and requirements for the design of protection, control and measuring systems in d.c. installations intended to provide a power supply to traction systems. This application guide identifies the characteristics and parameters of equipment used in the measurement, control and protection of d.c. traction systems.

Guidance is given concerning the appropriate application of electrical protection systems.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61992-1:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 1: General*

IEC 61992-2:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 2: D.C. circuit-breakers*

IEC 61992-7-2:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 7-2: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating current transducers and other current measuring devices*

IEC 61992-7-3:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 7-3: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Isolating voltage transducers and other voltage measuring devices*

IEC 62128-1:2003, *Railway applications – Fixed installations – Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61992-1 apply.

4 Mesures

4.1 Généralités

On effectue deux types de mesures sur les systèmes de traction:

- les mesures du courant et de la tension des connexions aux instruments et appareils de comptage;
- les signaux du courant et de la tension utilisés pour les dispositifs de protection des appareils de manœuvre.

NOTE 1 Il y a lieu de prêter une attention particulière aux circuits inductifs qui peuvent changer la réponse propre à di/dt .

NOTE 2 Il convient que le dispositif de mesure du courant puisse mesurer les courants direct et inverse des réseaux de traction où circulent des trains à récupération d'énergie et des sections de lignes alimentées aux deux extrémités.

4.2 Courant

4.2.1 Shunt à courant continu

On utilise habituellement un shunt pour les mesures, mais, lorsqu'il est utilisé pour une protection où la précision de la réponse est exigée, le dispositif est de préférence non inductif.

L'usage d'un transducteur d'isolement permet le fonctionnement des dispositifs secondaires à une tension plus faible et avec une isolation assignée moins élevée. Ceci est préférable à amener la tension du circuit principal dans les compartiments qui peuvent être autrement des compartiments basse tension.

Il convient de noter que les shunts peuvent devenir très chaud lors du transit du courant assigné avec une borne plus chaude que l'autre selon le sens du courant. Lorsqu'ils sont utilisés dans les ensembles d'appareillages de connexions, il convient alors de prendre en considération ce fait lors des essais d'échauffement.

4.2.2 Transducteur d'isolement

Voir la CEI 61992-7-2 et la CEI 61992-7-3.

Cet appareil exige une alimentation auxiliaire. Il convient qu'elle soit dérivée d'une source garantie pour laquelle une chute d'alimentation déclenche une alarme.

Le niveau du signal de sortie n'est normalement pas identique au signal d'entrée et dépend des exigences du secondaire.

4.2.3 Capteur à effet Hall

Cet appareil exige une alimentation auxiliaire. Il convient qu'elle soit dérivée d'une source garantie pour laquelle une chute d'alimentation déclenche une alarme.

Cet appareil fournit une sortie isolée. L'isolation primaire est généralement fournie par enrobage du circuit ferreux et des capteurs. L'appareil est parfois configuré en éléments séparés pour faciliter le montage sur un conducteur principal. Voir à la Figure 1 un exemple type d'un modèle de capteur à effet Hall en éléments séparés.

Le signal de sortie de l'appareil est proportionnel au courant dans le conducteur principal. La valeur de ce signal est très faible et exige habituellement une amplification afin de fournir une valeur d'entrée convenable au secondaire. Une alimentation auxiliaire est donc nécessaire.

4 Measurement

4.1 General

Two types of measurements are made on traction systems:

- measurements of current and voltage for connections to instruments and metering;
- current and voltage signals used for operating protection devices.

NOTE 1 It is necessary to take care that inductive circuits can alter the inherent di/dt response.

NOTE 2 In traction systems with trains supplying regenerative energy and in double end fed line sections, the current measurement device should be capable of measuring forward and reverse currents.

4.2 Current

4.2.1 DC shunt

A shunt is usually used for measurement purposes, but, when used for protection where accuracy of response is required, the device is preferably of the non-inductive type.

Use of an isolating transducer permits operation of secondary devices at lower voltage and with lower rated insulation. This is preferable to taking the voltage of the main circuit into compartments, which may otherwise be low voltage compartments.

It should be noted that shunts can run very hot when carrying their rated normal current, with one terminal hotter than the other, dependant on the direction of current flow. Where they are used inside switchgear assemblies, then temperature-rise tests of the assemblies should take this fact into account.

4.2.2 Isolating transducer

See IEC 61992-7-2 and IEC 61992-7-3.

This device requires an auxiliary power supply which should be derived from a guaranteed source whose loss of supply initiates an alarm.

The output signal is usually not of the same level as the input and is dependant on the requirements of the secondary device.

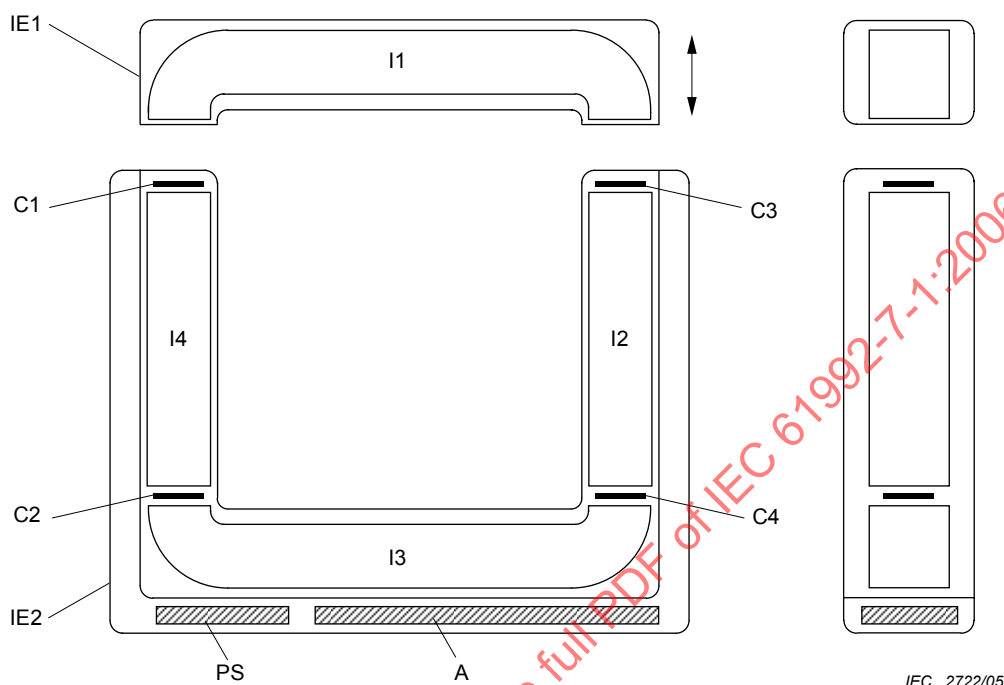
4.2.3 Hall effect sensor

This device requires an auxiliary power supply which is to be derived from a guaranteed source whose loss of supply initiates an alarm.

This device provides an isolated output. The primary insulation is generally provided by encapsulation of the iron circuit and sensors. The device is sometimes constructed in a split form for ease of fitting to a main conductor. See Figure 1 for typical example of a split form of Hall effect sensor.

The output signal from the device is proportional to the current in the main conductor. This signal is very low in magnitude and usually requires amplification to provide a suitable input to the secondary device. Thus an auxiliary power supply is required.

La fiabilité et la précision totale peuvent être améliorées en utilisant une valeur moyenne extraite des dispositifs multiples. On peut réduire les effets de proximité en disposant des appareils à des emplacements différents autour du conducteur.



Légende

C1 Cn	Cellules à effet Hall
A	Amplificateur
PS	Alimentation interne
I1 In	Circuits ferreux
IE1, IE2	Enrobage isolant

Figure 1 – Exemple de capteur à effet Hall en éléments séparés

4.3 Diviseurs de tension

Les diviseurs ont les mêmes exigences de tension d'isolement que le circuit principal. Il convient d'utiliser des transducteurs d'isolement si le secondaire ne peut pas résister au niveau d'isolement du circuit principal.

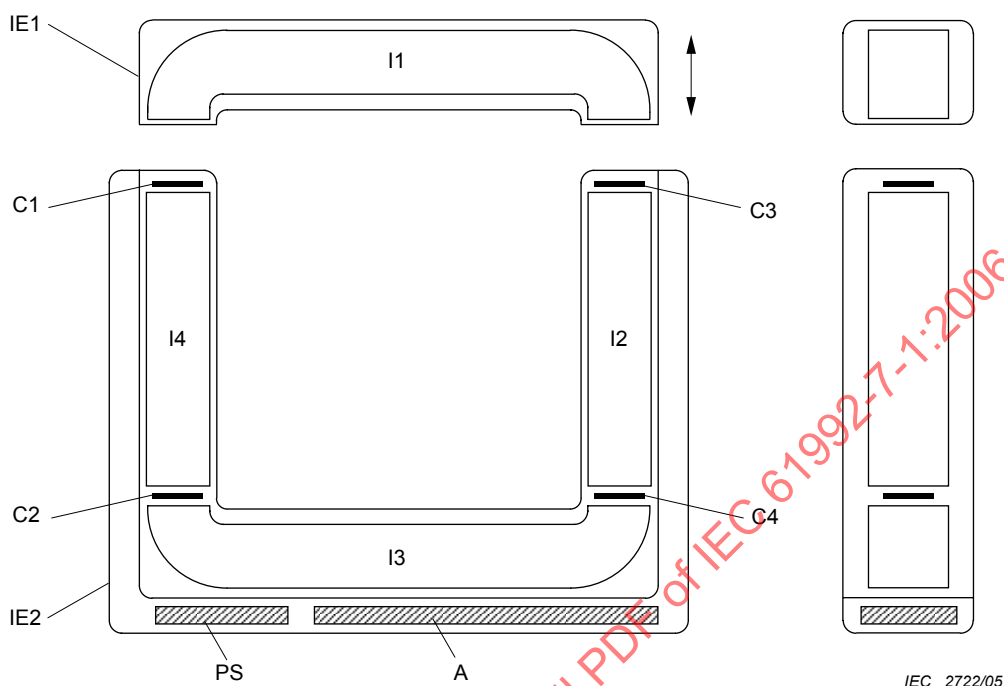
NOTE Une défaillance pour ouvrir le circuit de la résistance de pas résultera approximativement à la pleine tension du circuit principal apparaissant côté sortie du diviseur. Un limiteur de tension connecté en parallèle à la résistance de pas peut être employé pour la protection contre les surtensions.

5 Systèmes de commande

5.1 Généralités

Habituellement, les systèmes de commande sont uniquement ceux qui impliquent la fermeture électrique d'appareils de connexion. Leur action est de permettre ou d'empêcher une fermeture dépendant de l'état du système et de la conformité aux spécifications.

Reliability and overall accuracy can be improved by using an average value obtained from multiple devices. Placing devices at different locations around a conductor can reduce proximity effects.



Key

C1...Cn	Hall effect cells
A	Amplifier
PS	Internal, power supply
I1...In	Iron circuits
IE1, IE2	Insulated encapsulation

Figure 1 – Example of a split form Hall effect sensor

4.3 Voltage dividers

Dividers have the same insulation voltage requirements as the main circuit. Isolating transducers should be employed if the secondary device cannot withstand the main circuit insulation level.

NOTE Failure to open the circuit of the footing resistor will result in approximately full mains voltage appearing on the output side of the divider. A voltage limiter connected in parallel to the footing resistor may be employed for protection against overvoltages

5 Control systems

5.1 General

Control systems are usually only those which involve the electrical closing of switchgear devices. Their effect is to permit or inhibit a closure depending on the status of the system and the compliance with specified requirements.

5.2 Antipompage

Ce système permet au dispositif de fermeture d'effectuer une seule tentative pendant que le signal de fermeture est maintenu. Si le dispositif échoue à terminer d'une manière satisfaisante la manœuvre de fermeture tant que l'ordre de fermeture est maintenu, alors d'autres tentatives de refermeture (pompage) sont entravées.

L'antipompage dans le circuit de commande de fermeture peut être atteint de diverses façons, soit en utilisant des interrupteurs auxiliaires du mécanisme, soit un relais de temporisation. Il ne permet qu'une seule impulsion de fermeture au dispositif de fermeture, qui se réinitialise lorsque l'ordre de fermeture initial est annulé.

Il convient que l'antipompage soit explicitement demandé par l'acheteur et il peut être appliqué à tous les types de dispositif de fermeture d'appareillage.

5.3 Refermeture automatique à temps de refermeture variable et déclenchement définitif

La refermeture automatique est seulement appliquée au disjoncteur de ligne L. Son but est de refermer automatiquement le disjoncteur de ligne après le fonctionnement du déclencheur à maximum de courant.

Sur les systèmes de traction de trolleybus ou surtout de métros, les manœuvres de déclencheurs à maximum de courant des disjoncteurs de ligne sont souvent causées par des surintensités dues aux accélérations simultanées de véhicules ou causées par des courts-circuits temporaires. Un système de refermeture automatique peut améliorer la fiabilité du système.

La refermeture automatique est d'habitude associée à un temporisateur qui initie plusieurs tentatives de refermeture en variant les intervalles réglables des durées de coupure-établissement du circuit. Un nombre prescrit de refermetures infructueuses provoque le déclenchement définitif du circuit de refermeture. La réinitialisation de ce déclenchement est soit électrique soit manuelle.

Il convient que l'acheteur spécifie l'utilité d'un dispositif de refermeture automatique et fournisse les informations suivantes:

- nombre de refermetures: par exemple: 2 refermetures puis déclenchement définitif;
- intervalle de temps entre chaque tentative: par exemple: 15 s, suivies de 60 s, suivies de 180 s;
- réinitialisation du déclenchement définitif: c'est-à-dire locale ou à distance.

5.4 Dispositif d'essai de ligne

Ce système est utilisé sur des disjoncteurs de ligne L avant la fermeture pour empêcher la fermeture du disjoncteur de ligne en condition de surcharge ou de court-circuit. Un circuit de base type du dispositif d'essai de ligne est représenté à la Figure 2.

5.2 Anti-pumping

This system permits the closing device to effect a single attempt while the signal to close is maintained. If the device fails to complete a satisfactory close operation whilst the close signal is maintained, then attempts at further reclosing (pumping) are inhibited.

Anti-pumping can be achieved in the closing control circuit in various ways, either by using mechanism auxiliary switches or a timing relay. It only allows a single closing pulse to the closing device, which resets when the initial closing signal is released.

Anti-pumping should be explicitly requested by the purchaser and may be applied to all types of switchgear closing device.

5.3 Auto-reclose with variable reclose time and final lock out

Auto-reclose is only applied to the line circuit-breaker L. Its purpose is to reclose the line circuit-breaker automatically after an overcurrent release operation.

On traction systems, especially light-rail or trolleybus systems, overcurrent release operations of line circuit-breakers are often due to overcurrents at simultaneous accelerations of vehicles or due to temporary short circuits. An auto-reclose system can enhance the reliability of the system.

Auto-reclose is usually associated with a timing device which initiates several attempts at reclosing with varying adjustable intervals of circuit dead time. After a prescribed number of unsuccessful recloses, then a lock out of the reclosing circuit is instigated. This lock out is either electrically or manually resettable.

The purchaser should specify the need for an auto-reclose device and provide the following information:

- number of recloses: for example 2 recloses then lock out;
- time interval between each attempt: for example 15 s, followed by 60 s, followed by 180 s;
- lock out reset: i.e. local or remote.

5.4 Line test device

This system is used on line circuit-breakers L before closing, to prevent the line circuit-breaker closing onto an overload or a short-circuit condition. A typical basic line test device circuit is shown in Figure 2.

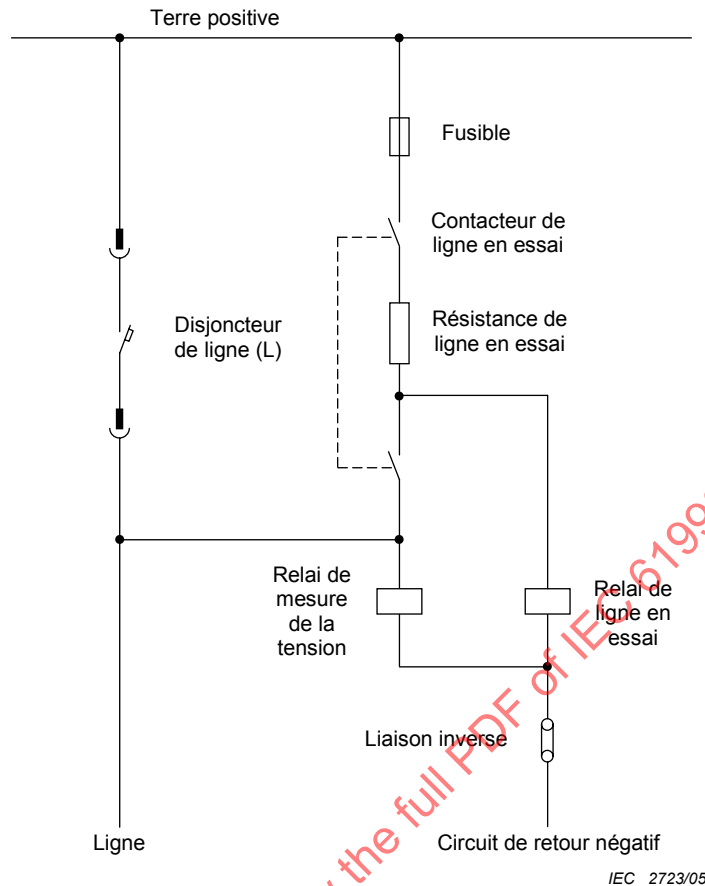


Figure 2 – Circuit type du dispositif d'essai de ligne

Ceci est atteint en insérant une résistance au moyen d'un contacteur convenablement assigné entre le jeu de barres du tableau de distribution et la ligne de contact. Une autre solution est d'utiliser une alimentation auxiliaire comme tension d'essai. L'impédance de la charge se comporte comme une résistance de pied à la résistance insérée et, en mesurant la tension entre le circuit d'alimentation et de retour, elle peut autoriser/empêcher un signal de fermeture.

Lorsque la tension mesurée est au dessous d'un niveau prescrit, il y a alors surcharge de la ligne et la fermeture est empêchée. Quand cette tension est au-dessus d'un niveau prescrit, une fermeture est permise.

Les systèmes à dispositif d'essai de ligne peuvent être, soit de type à faible résistance, soit de type à résistance élevée. Le problème avec les mesures d'essai de ligne est l'effet de la chute de tension négative pouvant apparaître dans le circuit de retour. Cette chute est causée par les courants venant des charges externes à la zone du dispositif d'essai de ligne, pouvant donner une fausse interprétation des mesures d'essai de ligne. Là où la chute de tension négative dans le circuit de retour peut donner ce résultat, on peut le minimiser en ayant recours à un système à faible résistance pour tendre à se sortir de cette situation.

Le dispositif d'essai de ligne peut être couplé avec des systèmes de refermeture automatique, interdisant ainsi une refermeture si le déclenchement initial était dû à un défaut qui n'a pas disparu de lui-même pendant la durée de coupure-établissement.

Le dispositif d'essai de ligne peut être ponté si la ligne du disjoncteur de ligne à l'extrémité éloignée est déjà active.

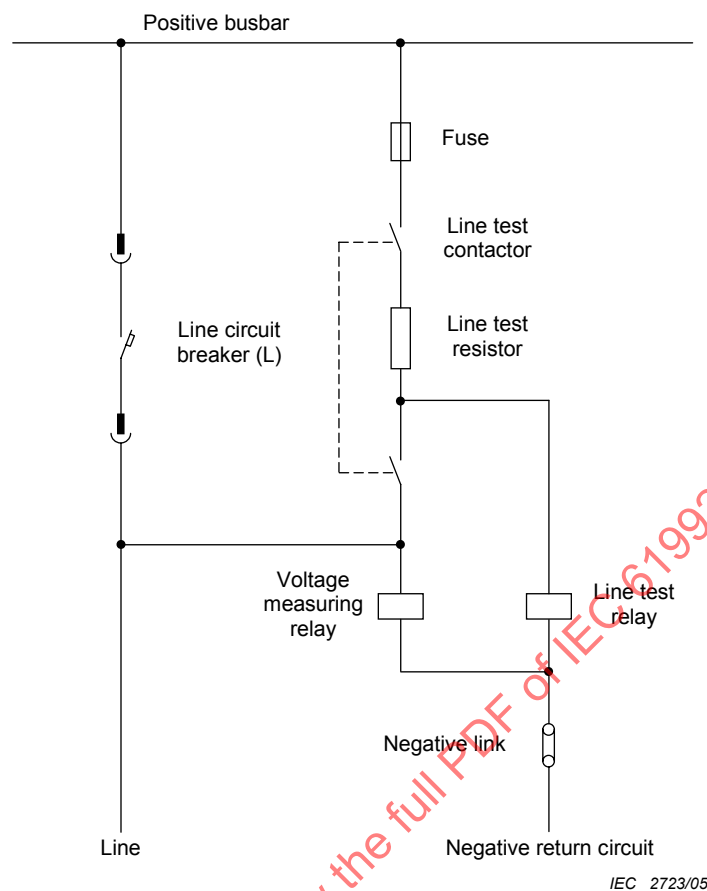


Figure 2 – Basic circuit for line test device

This is achieved by inserting a resistor by means of a suitably rated contactor between the switchboard busbars and the contact line. An auxiliary supply is alternatively used as the test voltage. The load impedance acts as a footing resistance to the inserted resistor and, by measuring the voltage between feeder and return circuit, it can allow/inhibit a close signal.

When the measured voltage is below a prescribed level, then there is an overload on the line and the close is inhibited. When this voltage is above a prescribed level, a close is permitted.

Line test device systems may be either of the low resistance or the high resistance type. The problem with line testing measurements is the effect of the negative voltage drop which can appear on the return circuit, due to currents in the return circuit from loads external to the line test device zone, which can give misleading interpretation of the line testing measurements. Where negative voltage drop in the return circuit can give this effect, it can be minimised by resorting to the low resistance system which tends to swamp out this effect.

The line test device can be coupled with auto-reclose schemes, thereby inhibiting a reclose if the original trip was due to a fault which had not cleared itself in the dead time.

The line test device can be by-passed if the line is already live from the line circuit-breaker at the remote end.

Il convient que l'acheteur spécifie s'il y a besoin d'un système à dispositif d'essai de ligne et qu'il fournisse les informations suivantes:

- a) valeur élevée ou faible valeur de la résistance: c'est-à-dire entraînant un choix du courant entre 1 A et 400 A;
- b) si le dispositif d'essai de ligne est combiné avec une refermeture automatique.

5.5 Inhibiteur de fermeture à minimum de tension

La manœuvre d'inhibition de fermeture à minimum de tension est d'habitude atteinte en équipant le disjoncteur d'un déclencheur à minimum de tension. En alternative, on peut parvenir à des résultats semblables avec des relais à minimum de tension ayant des niveaux de tension d'excitation et de désexcitation précis, fonctionnant sur des déclencheurs shunt et inhibiteurs de fermeture.

Lorsqu'il équipe un disjoncteur à redresseur, cet appareil a pour effet que le disjoncteur ne peut pas être fermé à moins que le redresseur soit actif. La source de tension est la sortie du redresseur.

Lorsqu'il équipe un disjoncteur de ligne, la source de tension est celle du jeu de barres. Le disjoncteur ne peut pas être fermé à moins que le jeu de barres ne soit sous tension.

Il convient que l'acheteur spécifie les exigences des inhibiteurs de fermeture à minimum de tension et fournisse les informations suivantes:

- a) relais déclencheur à minimum de tension à action directe;
- b) action indirecte via un relais à minimum de tension;
- c) tension minimale d'excitation (V);
- d) tension maximale de désexcitation (V).

NOTE Les dispositifs à action directe exigent une très large gamme de tensions de service.

6 Systèmes de protection

6.1 Généralités

Il convient que le système de protection aborde les exigences suivantes:

- a) fonctionner pour toutes les configurations intentionnelles d'alimentation de la ligne:
 - alimentation unique à partir d'une source;
 - alimentation à partir de redresseurs en parallèle situés à la sous-station;
 - alimentation par les deux extrémités (en réalité, les redresseurs et les redresseurs de la sous-station contiguë fonctionnent en parallèle);
 - alimentation à partir de l'extrémité éloignée avec une sous-station intermédiaire hors service;
- b) distinguer les courants de traction des courants de défaut;
- c) assurer le fonctionnement dans un temps très court;
- d) assurer la discrimination entre une protection principale et une protection de secours.

Le système de protection comprend des appareils montés directement sur le mécanisme de manœuvre du disjoncteur et distincts des relais de protection.

The purchaser should specify the need for a line test device system and provide the following information:

- a) high or low value of the resistor: i.e. involving a current value to be chosen from 1 A to 400 A;
- b) whether line test device is combined with auto-reclose.

5.5 Undervoltage close inhibit

Operation of undervoltage close inhibit is usually achieved by the fitting of an undervoltage release to the circuit-breaker. Alternatively, undervoltage relays with accurate pick up and drop off voltage levels, operating on to shunt trip devices and close inhibits, can achieve similar effects.

When fitted to a rectifier circuit-breaker, this device has the effect that the circuit-breaker cannot be closed unless the rectifier is live. The voltage source is the output of the rectifier.

When fitted to a line circuit-breaker, the voltage source is that of the busbar. Unless the busbar is live, the circuit-breaker cannot be closed.

The purchaser should specify the requirements for undervoltage close inhibit and provide the following information:

- a) direct acting undervoltage trip relay;
- b) indirect acting via undervoltage relay;
- c) minimum pick up voltage (V);
- d) maximum drop off voltage (V).

NOTE Direct acting devices require a very wide operating voltage range.

6 Protection systems

6.1 General

The protection scheme should address the following requirements:

- a) operate for all intended line feeding arrangements:
 - feeding only from one source;
 - feeding from rectifiers in parallel at the substation;
 - dual end feeding (effectively the rectifier(s) and the rectifier(s) in adjacent substations are operating in parallel);
 - feeding from the remote end with an intermediate substation out of service;
- b) discriminate between traction currents and fault currents;
- c) provide operation in the shortest time;
- d) provide discrimination between primary and back-up protection.

The protection scheme comprises devices fitted directly onto the circuit-breaker operating mechanism and separate protection relays.

Les défauts électriques exigeant des moyens appropriés de détections sont:

- du pôle positif au pôle négatif, à faible résistance, en court-circuit (verrouillé), rencontré dans la pratique uniquement sur la voie;
- défaut du pôle positif à la terre dans la sous-station, par exemple, sur des appareillages, des redresseurs, etc.;
- défaut des pôles positif et négatif à la terre (pour les systèmes avec les deux pôles isolés de la terre).

Il convient également de considérer la détection des défauts très résistants (amorçage) entre les pôles positif et négatif, habituellement en voie.

6.2 Système de protection des disjoncteurs de ligne (L)

Les systèmes de protection de disjoncteurs de ligne peuvent inclure plusieurs caractéristiques afin de les rendre à même de détecter correctement tous types de défauts de ligne de sévérités diverses rencontrés dans le système mais d'éviter un déclenchement inopiné.

La fonction fondamentale de protection est le système de déclenchement à maximum de courant à action directe.

Selon les caractéristiques du train et les impédances de la ligne, le courant en charge d'une section de ligne peut être plus grand que celui d'un défaut distant ou que celui d'un amorçage distant et la protection instantanée du niveau de surintensité ne peut pas parvenir à discerner les courants de service des courants de défaut distant. Dans ce cas, il convient d'équiper le disjoncteur de ligne de dispositifs de protection utilisant certaines ou toutes les fonctions de protection supplémentaires suivantes:

- protection par examen de la forme d'onde du courant (di/dt , ΔI);
- protection à maximum de courant à temps inverse;
- protection à maximum de courant à temps inverse avec imagerie thermique;
- protection à minimum de tension;
- protection à impédance contre les baisses de tension.

Dans les systèmes de métro léger à ligne aérienne de contact, il convient d'être particulièrement attentif aux exigences de 4.2 de la CEI 62128-1 relatives à la protection contre le contact indirect. Il convient que le courant en charge maximal présumé de ces systèmes soit inférieur au courant du défaut distant de la section. Il convient que les disjoncteurs de ligne soient équipés de déclencheurs directs à maximum de courant. Les fonctions de protection supplémentaires énumérées ci-dessus peuvent être utiles pour détecter des défauts dans les cas extrêmes comme par exemple, des amorçages distants.

Si on utilise des câbles d'alimentation blindés, il convient d'ajouter un dispositif de protection conformément à 6.3.4 de la CEI 62128-1.

En pratique, une protection unidirectionnelle n'est appliquée que pour des courants dans le domaine des surcharges. Une protection bidirectionnelle est appliquée en principe pour une protection à action directe contre les courts-circuits (pour les défauts proches du disjoncteur) à chaque extrémité de section de la ligne de contact, car il ne peut jamais y avoir de court-circuit élevé inverse alimenté par l'extrémité distante de la ligne.

Le disjoncteur serait spécifié comme étant du type U_2 (voir 5.2 d) de la CEI 61992-2). Si la sous-station de l'extrémité éloignée est assez proche pour alimenter le disjoncteur de ligne avec un courant suffisant pour actionner sa propre bonne protection dans la direction inverse, il convient que le disjoncteur soit alors du type U_1 .

The electrical faults that require appropriate means of detection are:

- positive pole to negative pole, low resistance, short circuit (bolted), in practice only encountered on the track;
- positive pole to earth fault within the substation, for example, on switchgear, rectifiers, etc.;
- positive and negative pole to earth fault (for systems with both poles insulated to earth).

Consideration should also be given to detection of high resistance (arcing) faults between positive and negative poles, usually on the track.

6.2 Protection system for line circuit-breakers (L)

Protection systems for line circuit-breakers may incorporate several characteristics to enable them to detect correctly all types of line faults for the various severities encountered in the system but avoiding false tripping.

The basic protection function is the direct acting overcurrent tripping system.

Depending on the train characteristics and the line impedances, the load current of a line section can be greater than that of a distant fault or a distant arcing fault and the instantaneous overcurrent level protection cannot achieve the discrimination between service currents and distant fault currents. In this case, the line circuit-breaker should be equipped with protection devices using some or all of the following additional protection functions:

- protection examining the waveshape of the current (di/dt , ΔI);
- inverse time overcurrent protection;
- inverse time overcurrent protection with thermal imaging;
- undervoltage protection;
- falling voltage impedance protection.

In light-rail systems with overhead contact lines, special attention should be paid to the requirements for protection against indirect contact as specified in 4.2 of IEC 62128-1. In these systems the maximum expected load current of a line section should be lower than the distant fault current in the section. The line circuit-breakers should be equipped with direct overcurrent releases; additional protection functions as listed above can be useful for fault detection in extreme cases as for example distant arcing faults.

If shielded feeder cables are used, a cable protection device in accordance with 6.3.4 of IEC 62128-1 should be added.

In practice, unidirectional protection is applied only for currents in the overload range. Bidirectional protection is applied in principle for direct acting short-circuit protection (for faults close to the circuit-breaker) at each end of the contact line section, because there can never be a high reverse short circuit fed from the remote end of the line.

The circuit-breaker would then be specified as a U_2 (see 5.2 d) of IEC 61992-2). If the remote end substation is close enough to supply the line circuit-breaker with sufficient current to operate its high set protection in the reverse direction, then the circuit-breaker should be a type U_1 .

NOTE Les disjoncteurs de ligne ne sont normalement pas spécifiés comme étant de type B à cause des exigences d'essais supplémentaires à cette catégorie. Le type B est seulement spécifié lorsque le disjoncteur a à interrompre des courants de courts-circuits et des courants de charge dans les deux directions comme un disjoncteur d'interconnexion I.

6.3 Système de protection de disjoncteur à redresseur (R)

Là où le disjoncteur à redresseur R est utilisé en série avec le disjoncteur de ligne L, le système de protection est tenu de discriminer la manœuvre du disjoncteur de ligne pour un défaut de ligne. Les configurations habituelles d'alimentation n'admettent pas la pratique d'utiliser le disjoncteur à redresseur comme secours du disjoncteur de ligne pour des défauts de ligne. Dans les deux cas le disjoncteur redresseur n'est équipé que d'une protection unidirectionnelle agissant sur la conduction du courant inverse pour détecter des défauts du redresseur.

Puisque les disjoncteurs de ligne et les disjoncteurs à redresseur sont du type déclencheur en série, ils ne discrimineront pas les forts courants de défaut. Pour cette raison, les disjoncteurs redresseurs ne sont pas équipés de déclenchement à action directe. Le disjoncteur serait spécifié comme étant du type U (voir 5.2 d) de la CEI 61992-2).

Il convient que le disjoncteur à redresseur ait des caractéristiques assignées en courant de courte durée au moins égales aux caractéristiques assignées du redresseur, pendant une durée minimale égale ou plus grande que la durée d'élimination du défaut d'un disjoncteur à courant alternatif agissant en tant que protection de secours du disjoncteur de ligne contre un défaut de refermeture de ligne.

6.4 Action directe (déclencheur par couplage série)

6.4.1 Généralités

Ce système de protection utilise le courant du circuit principal pour agir directement à travers la liaison mécanique et/ou le circuit magnétique du mécanisme du disjoncteur. Cette disposition fournit une protection contre les surcharges et/ou les surintensités.

NOTE Dans les disjoncteurs H et S, des configurations types de ce dispositif peuvent comprendre un circuit d'induit en fer attiré par un conducteur transitant du courant et qui réagit au champ magnétique produit par le courant. L'armature est retenue par un ressort de tarage. L'armature se déplace pour déclencher le disjoncteur lorsque le champ magnétique du courant s'oppose à la force de retenue. Le déplacement de l'armature est indépendant de la direction du courant et est donc fondamentalement bidirectionnel dans son fonctionnement. Lorsqu'une bobine de polarisation est montée sur le circuit en fer et qu'elle est alimentée en permanence pour retenir l'armature, le mouvement de l'armature réagit au courant qui s'oppose à la retenue, rendant le dispositif unidirectionnel.

Une autre configuration de ce dispositif est une armature maintenue électriquement et alimentée en permanence par une bobine polarisante s'opposant au rappel du ressort de tarage. L'armature est libérée pour déclencher le disjoncteur lorsque le champ magnétique du courant s'oppose à la force de maintien. Ce dispositif est fondamentalement unidirectionnel et déclenchera le disjoncteur sur un manque de tension de la bobine polarisante, l'adaptant également à un déclenchement à minimum de tension.

6.4.2 Action directe instantanée à domaine de réglage ajustable

Ce dispositif est monté sur des disjoncteurs de ligne L et d'interconnexion I pour procurer une manœuvre rapide en présence de forts courants de défaut proches du disjoncteur. Le disjoncteur I est bidirectionnel et est de type B. Le dispositif de déclenchement d'un disjoncteur L est aussi bidirectionnel, même s'il ne peut pas fonctionner en sens inverse parce que le courant provenant de l'extrémité éloignée est insuffisant; il est du type U (voir 6.2).

Les disjoncteurs H et S (voir la CEI 61992-2) ont besoin de ce dispositif. Les disjoncteurs V possèdent un dispositif équivalent.

Il convient que l'acheteur spécifie le domaine de réglage: par exemple: de 150 % à 200 %.

NOTE Line circuit-breakers are not normally specified as a type B because of the additional test requirements of this category. Type B is only specified when the circuit-breaker has to switch short circuits and load currents in both directions such as an interconnector I circuit-breaker.

6.3 Protection system for rectifier circuit-breaker (R)

Where the rectifier circuit-breaker R is used in series with the line circuit-breaker L, the protection system has to discriminate the operation of the line circuit-breaker for a line fault. Usual feeding arrangements may not make it practicable to utilise the rectifier circuit-breaker as back-up to the line circuit-breaker for line faults. In both cases, the rectifier circuit-breaker is only fitted with unidirectional protection acting on the reverse current flow to detect faults on the rectifier.

Since both line and rectifier circuit-breakers are of the series trip type, they will not discriminate for high fault currents. For this reason, rectifier circuit-breakers are not fitted with forward direct acting tripping. The circuit-breaker would be specified as a type U (see 5.2 d) of IEC 61992-2).

The rectifier circuit-breaker should have a short-time current rating at least equal to the rating of the rectifier, for a minimum time equal to or greater than the fault clearance time of the a.c. circuit-breaker acting as back-up protection to the line circuit-breaker on a close up line fault.

6.4 Direct acting (series trip)

6.4.1 General

This protection system uses the main circuit current to act directly, through the mechanical linkage and/or magnetic circuit, on the circuit-breaker mechanism. This arrangement provides overcurrent and/or overload protection.

NOTE In H and S circuit-breakers, typical forms of this device may have an attracted armature iron circuit on a current-carrying conductor which responds to the magnetic field produced by the current. The armature is restrained by a calibration spring. The armature moves to trip the circuit-breaker when the magnetic field from the current opposes the restraining force. The movement of the armature is independent of the direction of the current and is therefore inherently bi-directional in its operation. When a polarising coil is fitted to the iron circuit and is permanently energised to restrain the armature, the movement of the armature reacts to the current which opposes the restraint, making the device unidirectional.

Another form of this device is an electrically held armature energised permanently by a polarising coil which opposes a pull off calibration spring. The armature is released to trip the circuit-breaker when the magnetic field from the current opposes the holding force. This device is inherently unidirectional and will trip the circuit-breaker on loss of polarising coil voltage, making it also suitable for undervoltage tripping.

6.4.2 Instantaneous direct acting with adjustable setting range

The device is fitted on line L and interconnector I circuit-breakers to provide high speed operation on high line fault currents near the circuit-breaker. It is bi-directional for I and is of type B. For L circuit-breaker, the trip device is also bi-directional, even if it cannot operate in the reverse direction because insufficient current is available from the remote end and is type U (see 6.2).

Both H and S circuit-breakers (see IEC 61992-2) require this device. V circuit-breakers have an equivalent device.

The purchaser should specify the range of setting: for example from 150 % to 200 %.

6.4.3 Protection instantanée des faibles courants de retour

Ce dispositif équipe les disjoncteurs à redresseur R de type U pour fournir une protection en cas de défauts du redresseur. Les redresseurs à semiconducteurs ont habituellement un réglage fixe de 50 %, contre 10 % pour les redresseurs à vapeur de mercure utilisés dans le passé. Plus ce réglage est élevé, plus le facteur de stabilité contre un déclenchement en sens inverse est grand.

Il convient que l'acheteur spécifie le réglage inverse, par exemple: 50 %.

6.4.4 Déclencheur à minimum de tension

Une perte de tension au jeu de barre causerait un déclenchement automatique de tous les disjoncteurs de ligne qui y sont connectés.

On arrive habituellement à ce résultat en équipant le disjoncteur d'un déclencheur à minimum de tension. On peut arriver à des résultats similaires au moyen de relais à minimum de tension dont les niveaux de tensions d'excitation et de désexcitation sont précis, lesdits relais actionnant des dispositifs de déclenchement shunt et des inhibiteurs de fermeture.

Il est possible d'empêcher un déclenchement gênant dû à une chute momentanée de la tension au moyen d'un dispositif possédant une réponse temporisée associée. La temporisation des dispositifs à action directe sera de courte durée et ne sera pas supérieure à 0,1 s. Il est admis d'atteindre des délais plus longs pour empêcher un déclenchement injustifié par des relais à minimum de tension équipés de temporisateurs.

Il convient que l'acheteur spécifie:

- a) la tension assignée du dispositif,
- b) la tension minimale d'excitation,
- c) la tension maximale de désexcitation,
- d) la temporisation minimale de désexcitation.

6.4.5 Déclencheur shunt

Ce dispositif, fixé au mécanisme de manœuvre d'un disjoncteur à accrochage mécanique, est utilisé pour le déclenchement électrique, soit par le système de commande, soit à travers le système de relais de protection.

Le dispositif est alimenté à partir d'une source auxiliaire par l'intermédiaire des contacts des dispositifs de manœuvre.

Il convient que l'acheteur spécifie la tension de l'alimentation auxiliaire et sa plage de fonctionnement.

Il convient que le fournisseur spécifie:

- a) la durée normale de fonctionnement du dispositif, y compris le disjoncteur, c'est-à-dire la durée d'ouverture à vide;
- b) la puissance/le courant exigé pour faire fonctionner le dispositif à sa tension nominale et sa durée.

6.4.3 Instantaneous low set reverse current protection

This device is fitted on rectifier circuit-breakers R type U to provide protection in the event of faults on the rectifier. It usually has a fixed setting of 50 % for semiconductor rectifiers, as against 10 % used in the past for mercury arc rectifiers. The higher is this setting, then the higher is the stability factor against tripping in the forward direction.

The purchaser should specify the reverse setting: for example 50 %.

6.4.4 Undervoltage trip

Loss of busbar voltage would lead to automatic tripping of all line circuit-breakers connected thereto.

The effect is usually achieved by the fitting of an undervoltage release to the circuit-breaker. Alternatively, undervoltage relays with accurate pick-up and drop-off voltage levels, operating onto shunt trip devices and close inhibits, can achieve similar effects.

Nuisance tripping due to momentary drop in voltage can be prevented by the device having an associated time delay response. This time delay will be of short duration for direct acting devices, not longer than 0,1 s. Longer delays to prevent undue tripping may be achieved with undervoltage relays fitted with time delay elements.

The purchaser should specify

- a) the voltage rating of the device,
- b) the minimum pick up voltage,
- c) the maximum drop off voltage,
- d) the minimum drop off time delay.

6.4.5 Shunt trip

This device, attached to the operating mechanism of a mechanically latched circuit-breaker, is used for electrical tripping either by the control system or through the protection relay system.

The device is operated from an auxiliary supply via contacts in the operating devices.

The purchaser should specify the voltage of the auxiliary supply and its operating range.

The supplier should specify:

- a) the normal operating time of the device, including the circuit-breaker, i.e. the no-load opening time;
- b) the power/current required to operate the device at its nominal voltage and duration.

6.4.6 Déclencheur instantané inductif à action directe par chute de tension

Ce dispositif est une variante de la version décrite en 6.4 comme la version à maintien électrique, mais avec des réglages de courant qui varient, en fonction de la tension du système, avec la dernière tension utilisée pour exciter la bobine de polarisation. La Figure 3 illustre un ensemble typique des caractéristiques de l'impédance et des réglages.

Le choix du réglage du dispositif correspond à la plus haute impédance de non-déclenchement à des courants de démarrage de train mais le dispositif doit déclencher pour un défaut distant de faible résistance (verrouillé). De préférence, il convient qu'il déclenche pour quelque degré de défaut distant de résistance élevée (amorçage) comme le montre la Figure 3.

La diminution du courant est proportionnelle à la réduction de la tension, pour donner approximativement un UI constant, d'où ses caractéristiques d'impédance. Du fait que l'on utilise une bobine de tension alimentée par le système de voie, le dispositif est en soi unidirectionnel et possède la propriété d'un déclencheur à minimum de tension. Ce dispositif est utilisé sur des disjoncteurs de ligne L les rendant de type U.

NOTE Ce dispositif a la faveur des réseaux ferroviaires utilisant des postes de sectionnement situés entre les sous-stations de redressement. Du fait que l'on oblige, pour des défauts proches du poste de sectionnement, la tension de ligne à baisser pour qu'elle devienne beaucoup plus faible que la tension des postes de redressement adjacents, le réglage du courant de déclenchement du déclencheur apparaît alors inférieur, lui permettant de discriminer le poste de redressement. Son caractère unidirectionnel n'autorise que le déclenchement du disjoncteur de ligne alimentant un défaut à la sous-station de la voie mise en parallèle.

Il convient que l'acheteur spécifie:

- a) le courant nominal de réglage à la tension assignée;
- b) le nombre d'échelons du domaine;
- c) les caractéristiques de l'impédance;
- d) la précision de fabrication: par exemple: $\pm 5\%$;
- e) la précision en service: par exemple: $\pm 10\%$;
- f) les informations de 6.4.4, a), b), c) et d).

6.4.6 Instantaneous direct acting falling voltage impedance trip

This device is a variant of that described in 6.4 as the electrically held version, but has current settings that vary with the system voltage with the latter used to energise the polarising coil. Figure 3 illustrates a typical set of impedance characteristics and settings.

The setting of the device is chosen to be the highest impedance which will not trip for train starting currents but shall trip for a low resistance (bolted) distant fault. Preferably, it should trip for some degree of distant high resistance (arcing) fault as shown in Figure 3.

The current reduces proportionally with the reduction in the voltage, to give approximately a constant UII , hence its impedance characteristics. Because a voltage coil which is supplied from the track system, is used, the device is inherently unidirectional with an undervoltage trip feature. This device is used on line circuit-breakers L making them inherently type U.

NOTE This device is favoured on railway systems which utilise switching stations situated between rectifier substations. Because, for faults near the switching station, the line voltage is forced down to become much lower than at the adjacent rectifier stations, the trip then has an apparently lower current trip setting, allowing it to discriminate with the rectifier station. Its unidirectional feature allows only the line circuit-breaker feeding the fault at the track paralleling substation to trip.

The purchaser should specify:

- a) the nominal current setting at rated voltage;
- b) the number of calibrations in the range;
- c) the impedance characteristics;
- d) the accuracy at manufacture: for example $\pm 5\%$;
- e) the accuracy in service: for example $\pm 10\%$;
- f) the information under 6.4.4, a), b), c) and d).

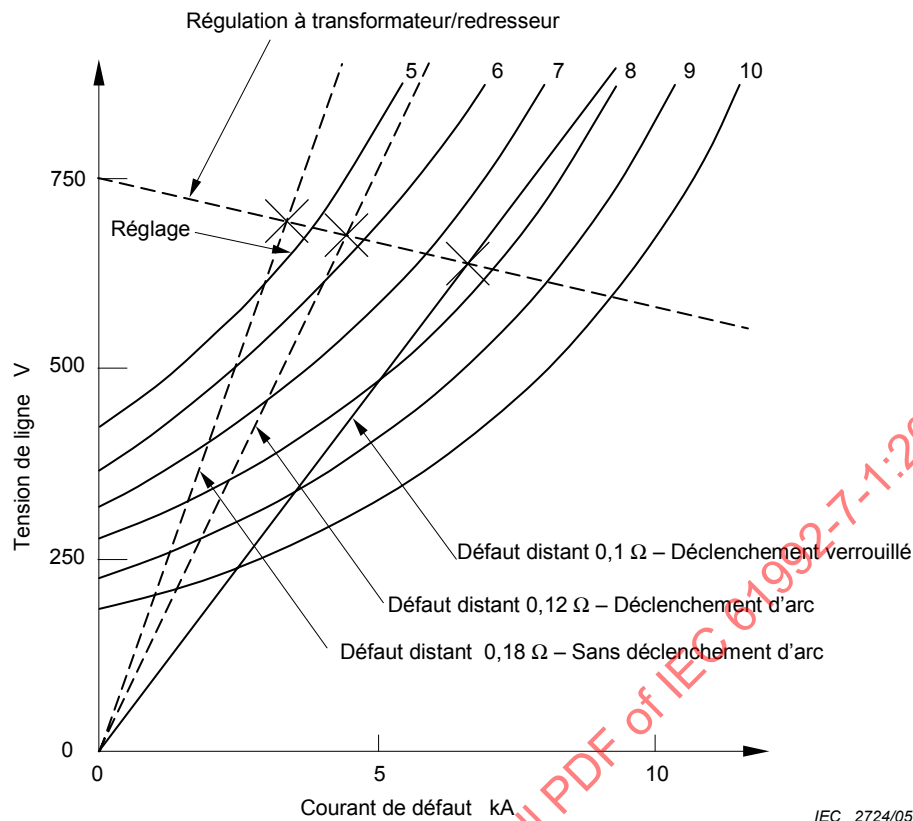


Figure 3 – Dispositif (électromagnétique) à impédance type – Caractéristiques et réglages

6.5 Action indirecte

6.5.1 Généralités

Celle-ci est réalisée au moyen de relais externes (unidirectionnels) au mécanisme du disjoncteur, dont il est admis que les contacts fonctionnent dans un circuit du dispositif à action directe.

Les fonctions de protection décrites dans les paragraphes suivants sont utilisées soit dans des relais séparés pour chaque fonction soit dans des relais combinés multi-fonctions.

Lorsque les relais sont du type électromagnétique, on ne trouve en général qu'une ou deux combinaisons d'éléments. Les relais électroniques peuvent avoir plusieurs combinaisons.

L'Annexe A donne des caractéristiques détaillées supplémentaires des relais électroniques.

6.5.2 Action instantanée

La fonction est identique à celle décrite en 6.4.2.

La précision d'un relais électromagnétique est en général de $\pm 5\%$. La précision d'un relais électronique peut être de $\pm 1,5\%$.

Ce relais doit avoir une plage ou des réglages spécifiés par l'acheteur (voir 5.6.2 de la CEI 61992-2).

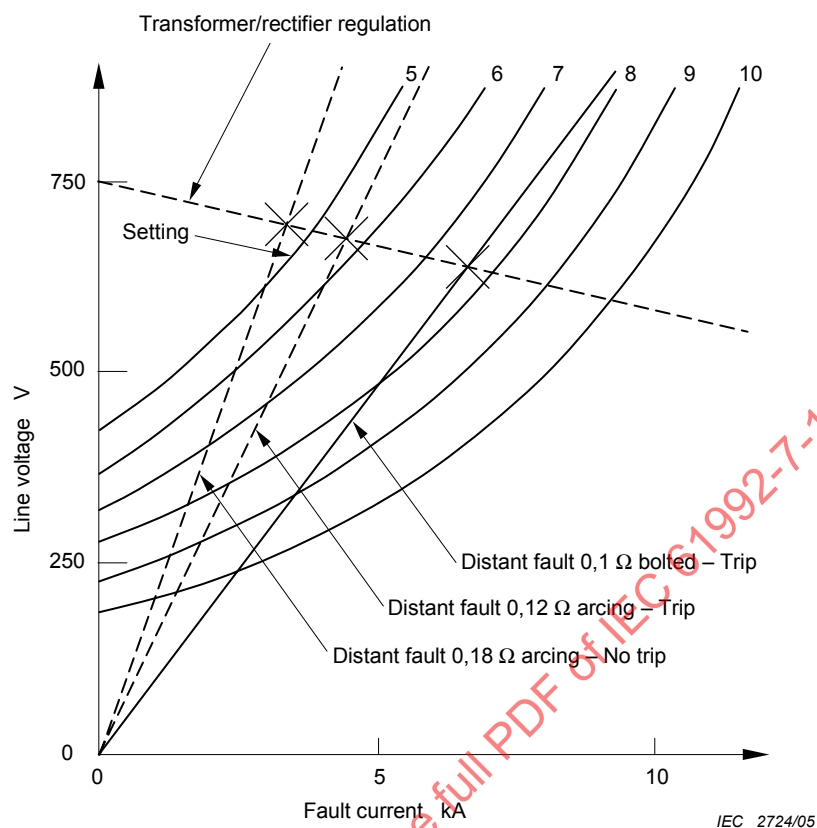


Figure 3 – Typical impedance device (electromagnetic) characteristics and settings

6.5 Indirect acting

6.5.1 General

This is achieved by means of relays (unidirectional) mounted external to the circuit-breaker mechanism, whose contacts may operate into a direct acting device circuit.

The protection functions described in the following subclauses are either used in separate relays for each function or in combined multi-function relays.

When the relays are of the electromagnetic type, it is general to find only one or two combination of elements. Electronic relays may have several combinations.

Annex A gives further details of the electronic relay features.

6.5.2 Instantaneous acting

The function is the same as described in 6.4.2.

The accuracy for an electromagnetic relay is, in general, $\pm 5\%$. For an electronic relay, the accuracy may be $\pm 1,5\%$.

This relay shall have a range or settings to be specified by the purchaser (see 5.6.2 of IEC 61992-2).

6.5.3 Durée inverse

Les disjoncteurs de ligne L utilisent cette caractéristique pour protéger le câble d'alimentation ou la ligne de contact du circuit en choisissant une caractéristique similaire à celle du câble ou de la ligne de contact.

Cet élément donne un réglage du courant à temps inverse à une diversité de lois mathématiques.

Il est admis de fournir un multiplicateur de temps pour permettre une sélection du câble avec des caractéristiques les plus proches.

Il convient que l'acheteur donne les détails du matériel à protéger.

Le relais aurait une loi de durée inverse et une gamme de multiplicateurs de temps.

6.5.4 Durée inverse avec constante de temps thermique

Ceci est similaire à l'élément décrit en 6.5.3, mais la caractéristique a une constante de temps thermique. Il convient que celle-ci protège entièrement le câble et la ligne de contact.

Le relais a en plus une plage de constantes de temps thermique.

6.5.5 Vitesse de montée (di/dt)

Les disjoncteurs de ligne L utilisent cette caractéristique pour détecter des défauts distants.

Le relais a un domaine ajustable des réglages de di/dt , couplé avec un domaine ajustable des réglages de la temporisation.

Le relais fonctionne lorsque la forme de l'onde du courant détectée par le relais excède le réglage de di/dt pour la temporisation choisie. Les courants de démarrage des trains peuvent excéder le réglage de di/dt , mais ils retourneraient à l'état initial avant la fin de la temporisation.

Les réglages choisis sont les valeurs minimales de di/dt et de t empêchant un démarrage du train.

L'Annexe B illustre la caractéristique de défaut et la sélection des paramètres de réglage pour cette condition.

6.5.6 Delta I (ΔI)

Les disjoncteurs de ligne L utilisent cette caractéristique pour une détection plus précise des défauts distants que celle décrite en 6.5.5.

Le relais fonctionne lorsqu'un changement de seuil du courant survient dans un temps prescrit. Il convient que ce changement de seuil soit inférieur au courant du défaut distant et que la temporisation soit suffisamment longue pour permettre d'abaisser les courants de démarrage en-dessous du changement de seuil du courant. La discrimination est améliorée en ayant la caractéristique di/dt couplée au début de la caractéristique du seuil.

Le relais possède un domaine de réglages pour ΔI et un domaine de réglages pour t . Il a aussi un domaine de réglages pour di/dt .

L'Annexe B illustre la caractéristique de défaut et la sélection des paramètres de réglage pour cette condition.

6.5.3 Inverse time

This characteristic is used on line circuit-breakers L to protect the feeder cable or contact line in the circuit by choosing a characteristic similar to that of the cable or contact line.

This element gives an inverse time current setting to a variety of mathematical laws.

A time multiplier may be provided to allow the nearest characteristic to the cable to be selected.

The purchaser should give details of the equipment to be protected.

The relay would have an inverse time law and a range of time multipliers.

6.5.4 Inverse time with thermal time constant

This is similar to the element described in 6.5.3, but the characteristic has a thermal time constant. This should fully protect the cable and the contact line.

The relay has in addition a range of thermal time constants.

6.5.5 Rate of rise (di/dt)

This characteristic is used on line circuit-breakers L for detection of distant faults.

The relay has an adjustable range of di/dt settings, coupled with an adjustable range of time delay settings.

The relay operates when the current wave shape detected by the relay exceeds the di/dt setting for the selected time delay t . Train starting currents may exceed the di/dt setting, but would reset before the time delay has elapsed.

The settings selected are the minimum di/dt and t to prevent operation on train starting.

Annex B illustrates the fault characteristic and the selection of the setting parameters for this condition.

6.5.6 Delta I (ΔI)

This characteristic is used on line circuit-breakers L for more accurate detection of distant faults than described in 6.5.5.

The relay operates when a step change of current occurs in a prescribed time. This step change should be less than the distant fault current and with a time delay long enough to allow starting currents to reduce below the step change of current. By having a di/dt feature coupled to the start of the step characteristic gives improved discrimination.

The relay has a range of ΔI settings and a range of t settings. It has also a range of di/dt settings.

Annex B illustrates the fault characteristic and the selection of the setting parameters for this condition.

6.5.7 Déclenchement instantané inductif

Ce dispositif est la version relais de la protection décrite en 6.4.6, ayant des courants de réglage basés sur une caractéristique inductive et avec des propriétés de déclenchement à minimum de tension.

Les caractéristiques sont similaires à celles représentées à la Figure 3, les courbes étant remplacées par deux droites. La partie inductive donnant les droites des réglages ayant leurs origines à zéro et les réglages des minima de tension sont des lignes horizontales qui rencontrent les lignes d'impédance. Les réglages des impédances et des minima de tension sont également indépendants les uns des autres.

6.5.8 Protection contre les défauts à la masse du tableau de distribution

Les systèmes de protection contre les défauts à la masse des tableaux de distribution en courant continu sont utilisés pour détecter des défauts d'isolement des tableaux de distribution. Il n'est pas possible de détecter d'une manière sûre des défauts à la masse au moyen des déclencheurs à maximum de courant des disjoncteurs à cause des exigences particulières aux chemins de fer en courant continu dont le circuit de retour n'est pas mis intentionnellement à la terre.

Le châssis du tableau de distribution est monté sur un matériau isolant. La détection de défaut à la masse est réalisée soit à travers un dispositif de détection du courant (voir Figure 4a et Figure 4b), soit à travers un dispositif de détection de la tension à impédance élevée (voir Figure 4c).

Les méthodes préférées et les plus sûres sont celles montrées aux Figures 4a et 4b. La méthode de la Figure 4c permet au tableau de distribution d'être mis sous tension et exige des précautions spécifiques supplémentaires.

Le système de mise à la terre (Figure 4a) assure une connexion directe à la terre du châssis du tableau de distribution via le dispositif de détection du courant. Il faut installer le tableau de distribution sur un matériau isolant lorsqu'on utilise dans le plancher des armatures métalliques reliées à la terre. Dans d'autres cas, il est utile que l'installation soit isolée afin de réduire le risque de connexions fortuites entre la masse du tableau de distribution et la terre. Là où des structures métalliques mises à la terre sont situées à proximité du tableau de distribution et de ses portes, il est admis que des dispositions supplémentaires soient nécessaires pour prévenir un pontage fortuit du dispositif de détection du courant. Le système de mise à la terre est combiné dans de nombreux cas avec un dispositif de détection de tension ou un dispositif limiteur de tension entre le circuit de retour et la terre ou la masse du tableau de distribution. La détection d'un défaut à la masse provoque de multiples déclenchements de toutes les alimentations du tableau de distribution.

Dans certains pays le réseau mis à la terre est aussi utilisé sans relais de courant. Dans ce cas, le relais de tension détecte le défaut et provoque de multiples déclenchements des alimentations. Sur les réseaux mis à la terre sans relais de courant, aucune isolation entre le sol et le châssis n'est nécessaire. Il convient que l'utilisation de limiteurs de tension entre la terre et le circuit de retour soit considérée avec attention afin de ne pas court-circuiter le relais de tension.

Le système connecté au circuit de retour (Figure 4b) détecte le courant de défaut entre la masse et le circuit de retour ainsi que la tension de défaut entre la masse et la terre. Comme la masse du tableau de distribution est connectée au circuit de retour, une installation isolée de la terre est nécessaire. Là où des structures métalliques mises à la terre sont situées à proximité du tableau de distribution et de ses portes, il est admis que des dispositions supplémentaires soient nécessaires pour prévenir un pontage fortuit des dispositifs de détection du courant et de la tension. La détection d'un défaut à la masse provoque de multiples déclenchements de toutes les alimentations du tableau de distribution.

6.5.7 Instantaneous impedance trip

This device is the relay version of the protection described in 6.4.6, having current settings based on an impedance characteristic and with an undervoltage trip feature.

The characteristics are similar to those shown in Figure 3, the curves being replaced by two straight lines. The impedance section giving straight line settings originating from zero and the undervoltage settings are horizontal lines meeting the impedance lines. Impedance and undervoltage settings are also independent of each other.

6.5.8 Frame fault protection of the switchboard

Frame fault protection systems for d.c. switchboards are used to detect insulation faults on the switchboards. Due to the special requirements of d.c. railways with an unintentionally earthed return circuit, a safe detection of frame faults cannot be achieved by the overcurrent releases of the circuit-breakers.

The frame of the switchboard is mounted on insulating material. The frame fault detection is made either through a current detection device (see Figure 4a and Figure 4b) or through a high impedance voltage detection device (see Figure 4c).

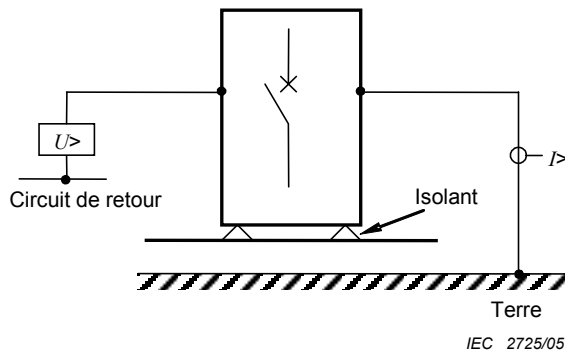
The preferred and safest methods are those shown in Figure 4a and Figure 4b. The method in Figure 4 c allows the switchboard to become live and requires additional special precautions.

The earthed system (Figure 4a) ensures a solid connection of the switchboard frame to earth via the current detecting device. Installation of the switchboard on insulating material is necessary when earthed floor irons are used. In other cases, the insulated installation is useful in order to reduce the risk of incidental connections between the switchboard frame and earth. Where earthed metallic structures are located in the proximity of the switchboard and its doors, additional provisions may be necessary to prevent incidental bypassing of the current detection device. The earthed system is in many cases combined with a voltage detection device or a voltage limiting device between the return circuit and earth or the switchboard frame. Detection of a frame fault causes a mass trip of all infeeds to the switchboard.

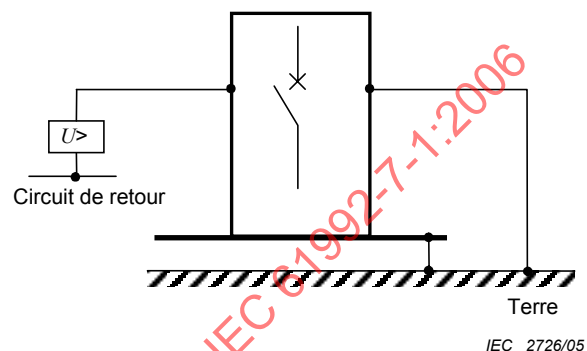
The earthed system is in some countries also used without current relay. In this case, the voltage relay detects the fault and causes a mass trip of the infeeds. In earthed systems without current relay, no insulation between floor and frame is required. The use of voltage limiting devices between earth and return circuit should be considered carefully in order not to bypass the voltage relay.

The system connected to the return circuit (Figure 4b) detects the fault current between the frame and the return circuit and the fault voltage between the frame and earth. As the switchboard frame is connected to the return circuit, an insulated installation against earth is necessary. Where earthed metallic structures are located in the proximity of the switchboard and its doors, additional provisions may be necessary to prevent the incidental bypassing of the current and voltage detection devices. Detection of a frame fault causes a mass trip of all infeeds to the switchboard.

Le système à haute impédance (Figure 4c) permet uniquement la conduction de faibles courants à la terre. Le tableau de distribution est monté sur un plancher isolé assurant ainsi l'isolation de la surface où se tiennent les opérateurs. Il convient que le plancher isolant s'étende sur 1 m autour du tableau de distribution, tenant compte de l'espace nécessaire à l'ouverture des portes et au sectionnement des parties débrochables. La détection d'un défaut à la masse déclenche une alarme. Dans le cas d'un défaut de masse, le tableau de distribution devient sous tension et des mesures de protection pour le travail sous tension doivent être observées. Il convient que la distance minimale entre les parties métalliques du tableau de distribution et les parties mises à la terre du bâtiment ne soit pas inférieure à 2 m afin qu'une personne ne puisse toucher les parties mises à la terre et le tableau de distribution en même temps.



Système mis à la terre avec détection de courant



Système mis à la terre sans détection de courant

Figure 4a – Châssis relié à la terre

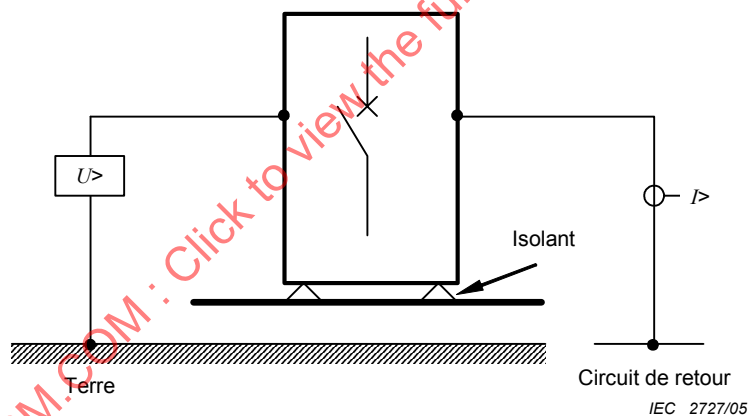


Figure 4b – Châssis relié au circuit de retour

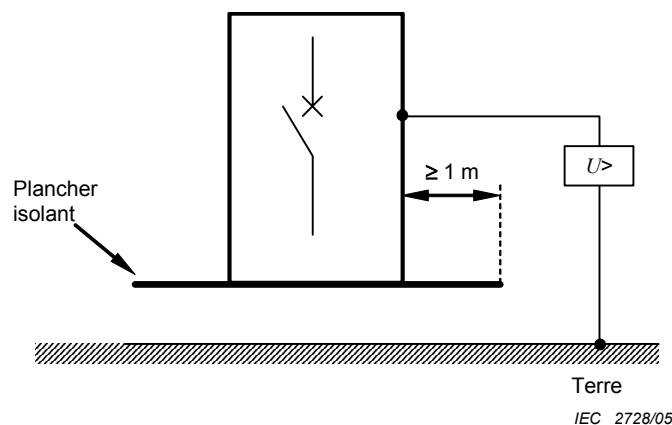
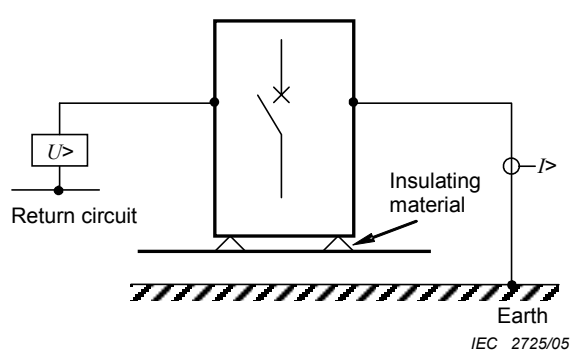


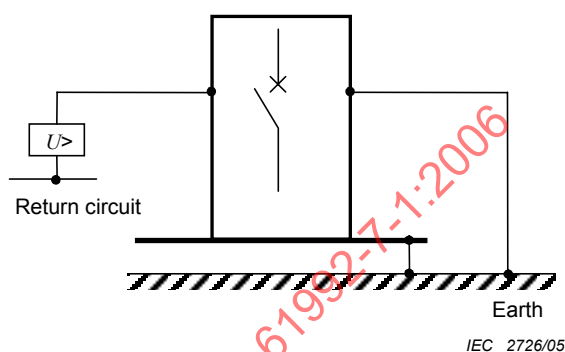
Figure 4c – Système à haute impédance

Figure 4 – Systèmes de protection des défauts des châssis

The high impedance system (Figure 4c) allows only small currents to flow to earth. The switchboard is mounted on an insulated floor thus ensuring a standing surface insulation for the operating personnel. The insulating floor should extend 1 m around the switchboard, taking into account the area, necessary to open doors and withdrawable parts. Detection of a frame fault causes an alarm. In the case of a frame fault, the switchboard becomes live and the protective provisions for live working shall be observed. The minimum distance between metallic parts of the switchboard and earthed parts in the building should be not less than 2 m as a person should not be able to touch earthed parts and the switchboard at the same time.



Earthed system with current detection



Earthed system without current detection

Figure 4a – Frame connected to earth

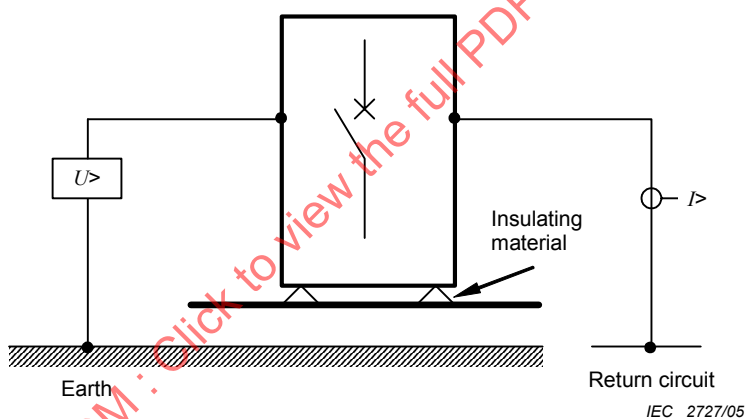


Figure 4b – Frame connected to the return circuit

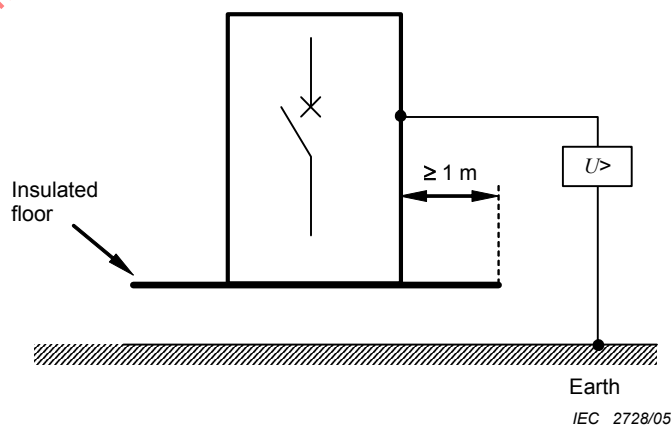


Figure 4c – High impedance system

Figure 4 – Frame fault protection systems

6.5.9 Télédéclenchement

On utilise le télédéclenchement entre chacun des disjoncteurs d'extrémité des sections de ligne de contact alimentées par ses deux bouts. Quand le disjoncteur d'une extrémité déclenche suite à un défaut, il télédéclenche le disjoncteur de l'autre extrémité. Ceci est considéré comme essentiel lorsqu'il est difficile de détecter des défauts distants.

Le défaut distant est un défaut à la refermeture du disjoncteur éloigné et le télédéclenchement actionne les deux disjoncteurs. Il double en réalité l'impact du système de protection.

Le télédéclenchement s'impose également à la protection de défauts à la masse de tableaux de distribution (système mis à la terre) parce que tous les disjoncteurs de ligne télédéclencheront leurs disjoncteurs éloignés. Ceci est essentiel si le défaut à la masse est du côté ligne du disjoncteur de ligne que seul le disjoncteur éloigné peut libérer.

Ceci s'applique pareillement aux défauts du câble d'alimentation.

Si une sous-station peut être pontée par un commutateur de couplage, il convient que le signal de déclenchement soit envoyé à la sous-station voisine.

6.5.10 Protection du câble

Lorsque les câbles d'alimentation en courant continu sont équipés de gaines métalliques, d'armures ou d'écrans métalliques raccordés au rail de retour conformément à 6.3.4 de la CEI 62128-1, ils doivent être coupés en présence d'une haute tension de contact inadmissible ou d'un courant excessivement élevé dans l'écran, etc., en cas d'un défaut de ligne.

Le dispositif de protection du câble contrôle la tension de la gaine par rapport à la terre. Il provoque la coupure du câble d'alimentation si la tension dépasse la valeur donnée en 7.3 de la CEI 62128-1.

En outre, le dispositif de protection du câble contrôle l'isolement entre la gaine et la terre et, s'il le faut, la continuité de la gaine.

En cas d'un défaut à la terre ou une rupture de la gaine, le câble ne doit pas être immédiatement coupé. Alors le dispositif de protection du câble initie un signal d'alarme à la sous-station et au poste de téléconduite.

Il convient que les influences capacitatives ou inductives dans le câble ou dans la ligne de contact ne provoquent pas de faux déclenchements ou de fausses alarmes du matériel.

6.5.9 Intertripping

Intertripping is used between circuit-breakers on each end of double-end feed contact line sections. When the circuit-breaker on one end trips on a fault, it intertrips the other end. This is considered essential where distant fault detection is difficult.

The distant fault is a close up fault to the remote circuit-breaker and intertripping brings out both circuit-breakers. It effectively doubles the reach of the protection system.

Intertripping is also essential with switchboard frame fault protection (earthed system) because all line circuit-breakers would intertrip their remote circuit-breakers. This is essential if the frame fault is on the line side of the line circuit-breaker which can only be cleared by the remote circuit-breaker.

The same applies to feeder cable faults.

If a substation can be bypassed by a coupling switch, the tripping signal should be forwarded to the next substation.

6.5.10 Cable protection

When d.c. feeder cables are provided with metallic sheaths, armour or shields and connected to the return rail in accordance with 6.3.4 of IEC 62128-1, they have to be switched off on the occurrence of an inadmissible high touch voltage or an excessively high current in the sheath, etc., in the event of a line fault.

The cable protection device monitors the voltage of the sheath to earth. It causes the switching off of the feeder cable if the voltage exceeds the value given in 7.3 of IEC 62128-1.

Additionally, the cable protection device monitors the insulation between sheath and earth and, if required, the continuity of the sheath.

In case of an earth fault or a break of the sheath, the cable must not be switched off immediately. Then the cable protection device initiates an alarm signal in the substation and in the remote control centre.

Capacitive or inductive influences in the cable or the contact line should not cause false trippings or false alarm signals of the equipment.

Annexe A (informative)

Caractéristiques des relais de protection électroniques

A.1 Domaine d'application

Cette annexe fournit les lignes directrices de quelques-unes des propriétés de sûreté et de sécurité intrinsèques associées aux relais de protection (voir 6.5) et à leurs éléments auxiliaires. La bibliographie énumère les normes relatives à ces relais.

L'utilisation de la protection pour déclencher ou donner l'alarme est laissée à la philosophie de l'utilisateur.

A.2 Défaillances

A.2.1 Généralités

Il est conseillé que les défaillances du type décrit dans cette annexe soient séparément indiquées à l'emplacement du relais par des moyens appropriés, par exemple, des DEL ou des fanions individuels.

A.2.2 Défaillance des relais à déclenchement interne

Dans le relais, l'étage de déclenchement de sortie utilise un relais déclencheur séparé fonctionnant par changement d'état des contacts raccordés au disjoncteur pour le déclencher lors de la détection d'un défaut.

Lorsque la bobine du relais déclencheur est normalement alimentée, il est alors recommandé que la défaillance de la bobine du relais initie une téléalarme ou le déclenchement du disjoncteur.

A.2.3 Défaillance de l'alimentation auxiliaire à courant continu

Il convient de déclencher une téléalarme ou le disjoncteur en cas d'une perte de l'alimentation auxiliaire à courant continu, en cas d'une chute de l'alimentation auxiliaire de plus de 20 % ou en cas d'une panne de l'unité d'alimentation interne du relais.

A.2.4 Défaillance des relais à déclenchement externe

Il convient, quand c'est possible, que le déclenchement du disjoncteur par un relais de protection n'exige pas l'interposition de relais. Lorsqu'on interpose un relais, il convient de considérer qu'il faut l'alimenter d'une manière sûre pour qu'une défaillance déclenche une téléalarme ou le disjoncteur.

A.2.5 Système de «chien de garde» interne

On peut utiliser un système de «chien de garde» interne pour détecter, soit un dysfonctionnement du logiciel, soit un dépassement de tolérances par l'alimentation. Typiquement le système se compose de deux circuits de surveillance interne avec écrans qui, activés, actionnent le relais déclencheur.

Annex A (informative)

Electronic protection relay features

A.1 Scope

This annex gives guidance on some of the safety and fail-safe features associated with the protection relays (see 6.5) and their ancillary components. A list of standards relating to these relays is given in the Bibliography.

The use of the protection to trip or to give an alarm signal is left to the philosophy of the user.

A.2 Failures

A.2.1 General

It is good practice that failures of the type described in this annex are individually indicated locally on the relay by appropriate means, for example individual LED's or flags.

A.2.2 Internal trip relay failure

Within the relay, the output tripping stage uses a separate trip relay operating changeover contacts connected to the circuit-breaker to give tripping on detection of a fault.

Where the coil of the trip relay is normally energised, then failure of the relay coil should initiate a remote alarm or tripping of the circuit-breaker.

A.2.3 DC auxiliary power supply failure

In the event of loss of the d.c. auxiliary power supply, or in case the auxiliary power supply falls below – 20 %, or in case the d.c. internal power supply unit of the relay fails, then a remote alarm should be initiated or the circuit-breaker tripped.

A.2.4 External trip relay failure

Whenever practicable, tripping of the circuit-breaker by a protection relay should not require interposing relays. Where interposing relays are used, consideration should be given to making them normally energised fail-safe with failure initiating a remote alarm or tripping the circuit-breaker.

A.2.5 Internal "watchdog" system

An internal "watchdog" system may be used to detect either a software malfunction or the power supply unit going out of tolerance. Typically, the system consists of two internal supervisory monitor circuits which when activated operate the trip relay.