

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60512-25-2

Première édition
First edition
2002-03

**Connecteurs pour équipements électroniques –
Essais et mesures –**

**Partie 25-2:
Essai 25b – Atténuation (perte d'insertion)**

**Connectors for electronic equipment –
Tests and measurements –**

**Part 25-2:
Test 25b – Attenuation (insertion loss)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60512-25-2:2002

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/catlg-f.htm) 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/JP.htm) 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/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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**

60512-25-2

Première édition
First edition
2002-03

**Connecteurs pour équipements électroniques –
Essais et mesures –**

**Partie 25-2:
Essai 25b – Atténuation (perte d'insertion)**

**Connectors for electronic equipment –
Tests and measurements –**

**Part 25-2:
Test 25b – Attenuation (insertion loss)**

© IEC 2002 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

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application et objet	6
1.2 Définitions	6
2 Moyens d'essai	6
2.1 Equipement	6
2.2 Montage	8
3 Echantillon d'essai	10
3.1 Description	10
4 Procédure d'essai	10
4.1 Atténuation du montage	10
4.2 Mesure d'atténuation de l'échantillon	12
4.3 Analyseur d'impédance (méthode du circuit ouvert/court-circuit)	14
4.4 Mesures additionnelles	14
4.5 Méthode dans le domaine temporel	14
5 Détails à spécifier	16
6 Documentation d'essai	16
Annexe A (normative) Diagrammes et schémas pour les montages et l'équipement	18
Annexe B (informative) Guide pratique	26
Figure A.1 – Diagrammes techniques	18
Figure A.2 – Adaptations asymétriques	20
Figure A.3 – Adaptations différentielles (symétriques)	22
Figure A.4 – Exemple d'un échantillon dans un montage pour atténuation	24

CONTENTS

FOREWORD	5
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Definitions	7
2 Test resources	7
2.1 Equipment	7
2.2 Fixture	9
3 Test specimen	11
3.1 Description	11
4 Test procedure	11
4.1 Fixture attenuation	11
4.2 Specimen attenuation measurement	13
4.3 Impedance analyzer (open/short method)	15
4.4 Additional measurements	15
4.5 Time domain method	15
5 Details to be specified	17
6 Test documentation	17
Annex A (normative) Diagrams and schematics of fixtures and equipment	19
Annex B (informative) Practical guidance	27
Figure A.1 – Technical diagrams	19
Figure A.2 – Single-ended terminations	21
Figure A.3 – Differential (balanced) terminations	23
Figure A.4 – Example of specimen in fixture for attenuation	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 25-2: Essai 25b – Atténuation (perte d'insertion)

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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. 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 documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes 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) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60512-25-2 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48B/1154/FDIS	48B/1208/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 25-2: Test 25b – Attenuation (insertion loss)

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60512-25-2 has been prepared by subcommittee 48B: Connectors, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

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

FDIS	Report on voting
48B/1154/FDIS	48B/1208/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 25-2: Essai 25b – Atténuation (perte d'insertion)

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

Cette partie de la CEI 60512 s'applique aux systèmes d'interconnexion, tels que les connecteurs électriques, les embases et les cordons.

Cette norme décrit des méthodes en temporelle et en fréquence pour mesurer l'atténuation/perte d'insertion en fonction de la fréquence.

NOTE Dans cette norme, il est fait référence à l'atténuation. Il faut que les techniciens d'essai utilisent le terme approprié (atténuation ou perte d'insertion) lorsqu'ils rendent compte et résument les résultats des essais selon le type d'échantillon et la ligne de transmission soumis à la mesure.

1.2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60512, les définitions suivantes s'appliquent.

1.2.1

atténuation

réduction de la puissance pendant la transmission entre l'entrée et la sortie de l'échantillon, en général exprimée en décibels (dB)

1.2.2

perte d'insertion

la perte de puissance résultant de l'insertion d'un connecteur ou d'un dispositif similaire dans une ligne de transmission, en général exprimée en dB

1.2.3

impédance d'environnement de l'échantillon

l'impédance présentée par le montage aux conducteurs signaux. Cette impédance est le résultat des lignes de transmission, des résistances de charge, des sources et récepteurs de signaux branchés et des éléments de montage perturbateurs

2 Moyens d'essai

2.1 Equipement

2.1.1 Mesure en fréquence

On utilise de préférence un analyseur de réseau. Lorsqu'une plus grande gamme dynamique est désirée, on peut utiliser en alternative un générateur de signaux et un analyseur de spectre ou un analyseur de réseau vectoriel (pour des mesures avec 2 ports complets de calibration). Si nécessaire, des équipements supplémentaires améliorant la sensibilité des mesures (c'est-à-dire des amplificateurs de sortie à large bande ou des préamplificateurs à faible bruit) peuvent être utilisés. Pour les mesures en différentiel, un analyseur de réseau multi-ports avec le logiciel approprié ou des symétriseurs peuvent être utilisés.

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 25-2: Test 25b – Attenuation (insertion loss)

1 General

1.1 Scope and object

This part of IEC 60512 is applicable to electrical connectors, sockets, cable assemblies or interconnection systems.

This standard describes a frequency and a time domain method to measure attenuation/insertion loss as a function of frequency.

NOTE “Attenuation” is referenced throughout the document. Test professionals must use the appropriate term (attenuation or insertion loss) when summarizing and reporting the test measurements according to the type of specimen and transmission line being measured.

1.2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60512, the following definitions apply.

1.2.1

attenuation

the reduction of power during the transmission from the input to the output of the specimen, usually measured in decibels (dB)

1.2.2

insertion loss

the loss of power resulting from the insertion of a connector or similar device into a transmission line, usually measured in dB

1.2.3

specimen environment impedance

the impedance presented to the signal conductors by the fixture. This impedance is a result of transmission lines, termination resistors, attached receivers or signal sources, and fixture parasitics

2 Test resources

2.1 Equipment

2.1.1 Frequency domain

A network analyzer is preferred. When a greater dynamic range is desired, a signal generator and spectrum analyzer or vector network analyser (for measurement with full 2-port calibration) may alternatively be used. If necessary, additional equipment increasing the measurement sensitivity (e.g. broadband output amplifiers or low-noise pre-amplifiers) may be used. For differential measurements, a multiport network analyzer with appropriate software or baluns may be used.

2.1.2 Mesure temporelle

On utilise de préférence un réflectomètre en domaine temporel (RDT), un générateur d'impulsion à fonctions de déclenchement et un logiciel d'analyse des transformées de Fourier (FFT).

2.2 Montage

Sauf indication contraire du document de référence, l'impédance de l'échantillon dans son environnement doit être adaptée à l'impédance de l'équipement d'essai. En général, l'impédance est de 50 Ω pour les mesures asymétriques et de 100 Ω pour les mesures en différentiel.

2.2.1 Agencement des conducteurs de l'échantillon

Pour chaque mesure, la ligne à mesurer doit être agencée comme indiqué dans le document de référence. L'extrémité lointaine (destination) et l'extrémité proche (émission) de la ligne doivent être chargées par l'impédance d'environnement de l'échantillon spécifiée en utilisant l'une ou l'autre des méthodes des figures A.2 ou A.3. Dans le cas particulier où le signal d'émission est différentiel et déséquilibré, l'énergie de mode commun doit être adaptée. De même, il convient que les lignes de signaux adjacentes à celle-ci soient si possible adaptées.

NOTE Les lignes signaux adjacentes électriquement longues peuvent résonner, ajoutant des erreurs aux résultats.

Sauf indication contraire, pour une ligne signal une ligne de masse doit être utilisée [1:1] pour chaque extrémité ayant toutes les masses communes (si une mesure différentielle est effectuée, il faut prendre une paire différentielle pour une ligne de masse [2:1]). Pour un exemple, voir la figure A.4.

2.2.2 Charges du montage de l'échantillon et de la ligne signaux pour l'impédance d'environnement de l'échantillon

Il convient de prendre soin de minimiser la réactance de l'adaptation résistive sur toute l'étendue de la gamme de fréquences d'essai.

NOTE La géométrie du montage et les matériaux peuvent avoir une influence sur les mesures, due aux éléments de montage perturbateurs. En général, l'usage pour lequel le produit est conçu détermine le moyen le plus approprié pour le monter.

2.2.3 Technique d'insertion

Le montage doit être conçu de manière à permettre la mesure de l'atténuation avec et sans l'échantillon, voir figure A.1a. Si des symétriseurs sont utilisés pour une mesure, ou des circuits à perte minimale pour adapter l'impédance, ceux-ci doivent être compris dans le montage. Les figures A.2 et A.3 montrent des configurations typiques avec des circuits à perte minimale.

2.2.4 Technique du montage de référence

Pour cette technique, un montage séparé qui combine à la fois l'extrémité proche et l'extrémité lointaine est utilisé pour mesurer l'atténuation du montage, voir figure A.1b. Ce montage doit être une reproduction du montage pour l'échantillon, mais sans l'échantillon. Si des circuits sont utilisés, il doivent comprendre le montage des connecteurs, les vias, courbures et angles. Si des symétriseurs sont utilisés pour des mesures différentielles, ou des circuits à perte minimale pour adapter l'impédance, ceux-ci doivent être compris dans le montage. Les figures A.2 et A.3 montrent des configurations typiques avec des circuits à perte minimale.

2.1.2 Time domain

A time domain reflectometer (TDR), triggered impulse generator and appropriate fast Fourier transform (FFT) software are preferred.

2.2 Fixture

Unless otherwise specified in the reference document, the specimen environment impedance shall match the impedance of the test equipment. Typically, this will be 50 Ω for single-ended measurements and 100 Ω for differential measurements.

2.2.1 Specimen conductor assignments

For each measurement, the line to be measured shall be fixed as indicated in the referencing document. The far end (destination) and the near end (driven) of the line shall be terminated in the specimen environment impedance specified using one of the methods in figures A.2 or A.3. In the special case where the drive signal is differential and not balanced, the common mode energy shall be terminated. Signal lines adjacent to these should likewise be terminated, if possible.

NOTE Electrically long adjacent signal lines may resonate adding error to the results.

Unless otherwise specified, a 1:1 signal-to-ground ratio (2:1 if differential measurements are performed) shall be used with each end having all grounds commoned. (For an example, see figure A.4).

2.2.2 Specimen fixture and signal line terminations for specimen environment impedance

Care should be taken to minimize the reactances of the resistive terminations over the range of test frequencies.

NOTE The fixture geometry and materials may impact the measurements due to the fixture parasitics. Usually, the product's intended use dictates the most meaningful way to fix it.

2.2.3 Insertion technique

The fixture shall be designed to allow the measurement of attenuation with and without the specimen, see figure A.1a. If baluns are used for a measurement, or minimum loss pads used for impedance matching, these are included in the fixture. Figures A.2 and A.3 show typical configurations with minimum loss pads.

2.2.4 Reference fixture technique

In this technique, a separate fixture that combines both near end and far end is used for the fixture attenuation measurement; see figure A.1b. This fixture shall be a duplicate of the specimen fixture, only without the specimen. Traces, if used, shall include fixture connectors, vias, bends and corners. If baluns are used for a differential measurement, or minimum loss pads used for impedance matching, these are included in the fixture. Figures A.2 and A.3 show typical configurations with minimum loss pads.

3 Echantillon d'essai

3.1 Description

Pour cette procédure d'essai, l'échantillon à essayer doit être comme suit:

3.1.1 Connecteurs séparables

Une paire de connecteurs accouplés.

3.1.2 Cordon

Des connecteurs et des câbles assemblés, et les connecteurs sont accouplés.

3.1.3 Embase

Une embase et un dispositif d'essai, ou une embase et un adaptateur d'embase pour accouplement.

4 Procédure d'essai

Sauf indication contraire, tous les résultats de mesure doivent contenir au minimum 200 points de fréquence. Chaque mesure du montage et mesure d'atténuation de l'échantillon associé doivent être effectuées aux mêmes fréquences. Il est recommandé de réaliser un graphique de l'amplitude en fonction de la fréquence avec une échelle verticale de 1 dB par division et un balayage logarithmique en fréquence. Lorsque c'est applicable, les résultats pour une fréquence donnée doivent être présentés dans un tableau selon les indications du document de référence. Disposer l'échantillon au minimum à 5 cm de tout objet susceptible d'affecter les résultats.

NOTE Il convient de rappeler aux techniciens d'essai les limites de toutes les opérations mathématiques réalisées par un instrument (par exemple, la remise en forme ou les logiciels de filtrage).

4.1 Atténuation du montage

L'atténuation du montage doit être mesurée séparément de manière à ce qu'elle puisse être retirée et comparée à la mesure de l'échantillon. Si le document de référence définit d'une manière précise le montage de façon que l'influence de son atténuation soit connue, la mesure de l'atténuation du montage est optionnelle.

4.1.1 Calibration

4.1.1.1 Lorsqu'un analyseur de réseau est utilisé, il faut effectuer au minimum une calibration traversante au plan de référence (comprenant les câbles de l'analyseur, mais non pas le montage de l'échantillon). Lorsque cela est possible, une calibration en 12 points est recommandée.

4.1.1.2 Lorsqu'on utilise un analyseur de spectre et un générateur, faire une mesure de référence de la même façon. La sortie du générateur doit rester la même dans les deux cas, montage plus échantillon et mesures d'atténuation avec montage réalisées ultérieurement.

NOTE Les résultats peuvent être entachés d'erreur lorsque:

- L'atténuation de l'échantillon n'est pas plus élevée que l'atténuation du montage.
- La longueur électrique du montage est plus grande que le 1/8 de la longueur d'onde de la plus haute fréquence d'essai, à moins que des précautions particulières aient été prises pour assurer une bonne adaptation d'impédance sur tout le cheminement de la mesure. Ceci peut être confirmé par un balayage sur une grande étendue de fréquences en observant s'il y a des valeurs nulles dues à des modes du montage ou à des résonances du symétriseur, etc.

3 Test specimen

3.1 Description

For this test procedure, the test specimen shall be as follows:

3.1.1 Separable connectors

A mated connector pair.

3.1.2 Cable assembly

Assembled connectors and cables, and mating connectors.

3.1.3 Sockets

A socket and test device or a socket and pluggable header adapter.

4 Test procedure

Unless otherwise specified, all measurement results shall contain a minimum of 200 frequency points. Each fixture measurement and its associated specimen attenuation measurement shall be taken at the same frequencies. Generate a magnitude versus frequency plot; 1 dB per division vertical scale and log frequency sweep are recommended. When applicable, single frequency results shall be tabulated, as specified in the reference document. Place the specimen at a minimum of 5 cm from any objects that would affect measured results.

NOTE Test professionals should be aware of the limitations of any math operation(s) performed by an instrument (e.g. normalization or software filtering).

4.1 Fixture attenuation

Fixture attenuation shall be measured separately so that it can be removed from and compared to the specimen measurement. If the reference document specifies precisely the fixture so that its attenuation contribution is known, then the fixture attenuation measurement is optional.

4.1.1 Calibration

4.1.1.1 When using a network analyzer, as a minimum, a "through" calibration at the reference plane (including analyzer cables, but not the specimen fixture) shall be performed. Where possible, a 12 term calibration is recommended.

4.1.1.2 When using a spectrum analyzer and generator, take a reference measurement following the same procedure. The generator output shall be kept the same for both fixture and specimen-with-fixture attenuation measurements made later.

NOTE Results may be inaccurate when:

- a) The specimen attenuation is not greater than the fixture attenuation.
- b) The fixture electrical length is greater than $1/8$ wavelength at the highest test frequency, unless special precautions are taken to ensure good impedance matching throughout the measurement path. This can be confirmed by sweeping across a wide frequency range and observing if there are nulls due to moding, fixture or balun resonances, etc.

4.1.2 Technique d'insertion

4.1.2.1 Assembler le montage de manière que l'extrémité proche soit connectée à l'extrémité lointaine sans que l'échantillon soit entre elles; voir figure A.1a. Connecter les ports de l'analyseur de réseau ou le générateur de signaux et l'analyseur de spectre aux endroits appropriés du montage de la ligne d'émission.

4.1.2.2 Lorsqu'un analyseur de réseau est utilisé, mesurer l'atténuation du montage (S_{21}).

Lorsqu'un analyseur de spectre est utilisé, mesurer la puissance du générateur à travers le montage. Ensuite, diviser l'amplitude de ce signal par celle obtenue lors de la mesure de référence en 4.1.1.2 pour chaque fréquence (soustraire en dB). Ceci est l'atténuation du montage.

4.1.3 Technique du montage de référence

4.1.3.1 Réaliser un montage de référence qui reproduit le montage de l'échantillon, mais sans l'échantillon. Insérer les deux extrémités proche et lointaine, voir figure A.1b. Connecter les ports de l'analyseur de réseau ou le générateur de signaux et l'analyseur de spectre aux endroits appropriés du montage de la ligne d'émission.

4.1.3.2 Lorsqu'un analyseur de réseau est utilisé, mesurer l'atténuation du montage (S_{21}).

4.1.3.3 Lorsqu'un analyseur de spectre est utilisé, mesurer la puissance du générateur à travers le montage. Ensuite, diviser l'amplitude de ce signal par celle obtenue lors de la mesure de référence en 4.1.1.2 pour chaque fréquence (soustraire en dB). Ceci est l'atténuation du montage.

4.2 Mesure d'atténuation de l'échantillon

4.2.1 Ajouter l'échantillon au montage.

4.2.2 Analyseur de réseau

4.2.2.1 Raccorder le port d'émission de l'analyseur à l'extrémité proche du montage et le port récepteur de l'analyseur à l'extrémité lointaine du montage.

4.2.2.2 Mesurer l'atténuation de l'échantillon et du montage en dB.

4.2.3 Analyseur de spectre

4.2.3.1 Raccorder le port de sortie du générateur à l'extrémité proche du montage et l'entrée de l'analyseur à l'extrémité lointaine du montage.

4.2.3.2 Mesurer la puissance du générateur (en général en dBm). Diviser l'amplitude de ce signal par celle obtenue lors de la mesure de référence en 4.1.1.2 pour chaque fréquence (soustraire en dBm). Relever les résultats de l'échantillon avec le montage en dB.

4.2.4 Diviser l'atténuation de l'échantillon avec montage par l'atténuation du montage (soustraire en dB) et tracer le graphique. Ceci est l'atténuation de l'échantillon. Relever les résultats pour les valeurs discrètes de fréquence et les reporter sur un tableau, si cela est demandé.

4.1.2 Insertion technique

4.1.2.1 Assemble the fixture so that the near end is connected to the far end without the specimen in between; see figure A.1a. Connect the network analyzer ports, or the signal generator and spectrum analyzer, to the appropriate locations of the driven line fixture.

4.1.2.2 When using a network analyzer, measure the fixture attenuation (S_{21}).

When using a spectrum analyzer, measure the power from the generator through the fixture. Then, divide the magnitude of this signal by that of the reference measurement performed in 4.1.1.2 at each frequency (subtract in dB). This is the fixture attenuation.

4.1.3 Reference fixture technique

4.1.3.1 Construct a reference fixture that duplicates the specimen fixture, but without the specimen. Include both near and far ends; see figure A.1b. Connect the network analyzer ports, or the signal generator and spectrum analyzer, to the appropriate locations of the driven line fixture.

4.1.3.2 When using a network analyzer, measure the fixture attenuation (S_{21}).

4.1.3.3 When using a spectrum analyzer, measure the power from the generator through the fixture. Then, divide the magnitude of this signal by that of the reference measurement performed in 4.1.1.2 at each frequency (subtract in dB). This is the fixture attenuation.

4.2 Specimen attenuation measurement

4.2.1 Add specimen to fixture.

4.2.2 Network analyzer

4.2.2.1 Connect the analyzer drive port to the near end of the fixture and the receiver port of the analyzer to the far end of the fixture.

4.2.2.2 Measure the specimen-with-fixture attenuation in dB.

4.2.3 Spectrum analyzer

4.2.3.1 Connect the generator output port to the near end of the fixture and the analyzer input to the far end of the fixture.

4.2.3.2 Measure the signal power (typically in dBm). Divide the magnitude of this signal by that of the reference measurement, see 4.1.1.2, at each frequency (subtract in dBm). Record specimen-with-fixture results in dB.

4.2.4 Divide the specimen-with-fixture attenuation by the fixture attenuation (subtract in dB) and plot. This is the specimen attenuation. Record single frequency results and tabulate, if requested.

4.3 Analyseur d'impédance (méthode du circuit ouvert/court-circuit)

4.3.1 Calibrer l'instrument en accord avec les instructions du fabricant. Ceci est réalisé pratiquement par l'utilisation d'extrémités standards court-circuit et circuit ouvert connectées à la suite l'une de l'autre à la place de l'échantillon sur le montage.

4.3.2 Raccorder l'échantillon au montage avec l'extrémité lointaine de cet échantillon en circuit ouvert et mesurer l'amplitude et la phase de l'impédance du montage et de l'échantillon.

4.3.3 Court-circuiter l'extrémité lointaine de l'échantillon et mesurer l'amplitude et la phase de l'impédance du montage et de l'échantillon.

4.3.4 Calculer l'atténuation du montage et de l'échantillon en utilisant les équations suivantes:

$$P = (|Z_{OP}| |Z_{ST}|)^{\frac{1}{2}} \quad \text{et} \quad \phi = (\theta_{ST} - \theta_{OP}) / 2$$

où

Z_{OP} et θ_{OP} représentent respectivement l'impédance et la phase en circuit ouvert, et

Z_{ST} et θ_{ST} sont respectivement l'impédance et la phase en court-circuit.

La constante d'atténuation est:

$$\alpha = 8,6859 (1/(2l)) \ln [((1+x)^2 + y^2) / ((1-x)^2 + y^2)]^{1/2} \quad \text{dB/m}$$

où

l est la longueur physique de l'échantillon (en mètres),

$$x = P \cos \phi;$$

$$y = P \sin \phi.$$

4.3.5 Diviser l'atténuation de l'échantillon avec le montage par l'atténuation du montage (soustraire en dB) et reporter le résultat sur un graphique. Ceci est l'atténuation de l'échantillon. Enregistrer les résultats pour une fréquence sur un tableau, si cela est demandé.

4.4 Mesures additionnelles

Répéter entièrement la procédure pour chaque mesure demandée.

4.5 Méthode dans le domaine temporel

Cette méthode nécessite que la procédure de l'analyseur de réseau soit suivie, mais avec les modifications suivantes. Un RDT en mode de transmission dans le domaine temporel (TDT) avec un générateur à déclenchement d'impulsions très courtes, pour mesurer la réponse de l'échantillon au stimulus d'une impulsion, doivent être utilisés. Un logiciel des transformées de Fourier (FFT) est utilisé pour calculer l'atténuation de l'échantillon en fréquence.

4.5.1 Raccorder la sortie du RDT à l'entrée du générateur d'impulsion.

4.5.2 Raccorder la sortie du générateur d'impulsion à l'extrémité proche du montage d'essai et raccorder l'extrémité lointaine du montage d'essai à l'entrée de la tête d'échantillonnage du RDT.

4.5.3 Pour chaque mesure, relever la réponse TDT due à l'action de l'impulsion.

4.5.4 Appliquer la fonction FFT sur la réponse en domaine temporel, le résultat étant l'atténuation en fréquence. De ces résultats, les constantes complexes de propagation constituées de 2 parties, alpha (atténuation en fonction de la fréquence) et bêta (phase en fonction de la fréquence) peuvent être calculées pour une très grande étendue de fréquences. Si cela est combiné avec des mesures de capacité à basse fréquence, l'échantillon peut être complètement caractérisé, comprenant l'atténuation ainsi que l'impédance complexe en fonction de la fréquence.

4.3 Impedance analyzer (open/short method)

4.3.1 Calibrate the instrument according to the manufacturer's instructions. This is typically done using short and open-circuit standards connected one at a time at the specimen measurement location of the fixture.

4.3.2 Connect the specimen to the fixture with the far end of the specimen open-circuited, and measure the magnitude and phase of the specimen plus fixture impedance.

4.3.3 Short-circuit the far end of the specimen, and measure the magnitude and phase of the specimen plus fixture impedance.

4.3.4 Calculate the attenuation of the specimen plus fixture using the following equations:

$$P = (|Z_{OP}| / |Z_{ST}|)^{1/2} \quad \text{and} \quad \phi = (\theta_{ST} - \theta_{OP}) / 2$$

where

Z_{OP} and θ_{OP} are the open-circuit impedance and phase, respectively, and

Z_{ST} and θ_{ST} are the short-circuit impedance and phase, respectively.

The attenuation constant is:

$$\alpha = 8,6859 (1/(2l)) \ln [((1+x)^2 + y^2) / ((1-x)^2 + y^2)]^{1/2} \quad \text{dB/m,}$$

where

l is the specimen physical length (metres);

$x = P \cos \phi$;

$y = P \sin \phi$.

4.3.5 Divide the specimen-with-fixture attenuation by the fixture attenuation (subtract in dB) and plot. This is the specimen attenuation. Record single frequency results and tabulate, if requested.

4.4 Additional measurements

Repeat this entire procedure for each measurement requested.

4.5 Time domain method

This method requires that the network analyzer procedure be followed, but with the following changes. A TDR in time domain transmission (TDT) mode with a triggered short impulse generator to measure the response of the specimen to an impulse stimulus shall be used. Fast Fourier transform (FFT) software is used to compute the attenuation of the specimen in the frequency domain.

4.5.1 Connect the TDR output to the input of an impulse generator.

4.5.2 Connect the output of the impulse generator to the near end of the test fixture, and connect the far end of the test fixture to the input of a TDR sampling head.

4.5.3 For each measurement, measure the TDT response to the impulse stimulus.

4.5.4 Compute the FFT of the time domain response, the result being the attenuation in the frequency domain. From these data the complex propagation constants alpha (attenuation versus frequency) and beta (phase versus frequency) may be calculated over a very wide frequency range. If combined with low frequency capacitance measurements, the specimen may be completely characterized, including attenuation as well as complex impedance as functions of frequency.

5 Détails à spécifier

Les détails suivants doivent être spécifiés dans le document de référence:

- a) L'agencement des contacts de masse et de signaux pour chaque mesure. Au minimum, la paire ou le conducteur d'émission, les conducteurs de signaux les plus proches dans chaque direction et les masses associées (adjacentes) de tout cela, doivent être identifiés.
NOTE Il convient de spécifier qu'un nombre suffisant de lignes doivent être mesurées, en se basant sur des considérations géométriques telles que les performances dans le meilleur et le pire des cas soient déterminées. Il est recommandé de considérer ce qui suit: l'espacement du conducteur, l'orientation du conducteur, la longueur du conducteur, etc.
- b) Le type de signal d'émission, asymétrique ou différentiel. Se référer à 2.2.1 pour les cas spéciaux de signaux asymétriques ou différentiels.
- c) L'impédance d'environnement de l'échantillon, si autre que 50 Ω en asymétrique et 100 Ω en différentiel.
- d) Points entre lesquels l'atténuation doit être mesurée.
- e) Gamme de fréquences de mesure.
- f) Tableau des résultats pour des valeurs discrètes de fréquence, si désiré.
- g) Indiquer l'unité des échelles, si autre que dB et log de la fréquence.
- h) Toutes exigences particulières en relation avec le montage et la réalisation des charges et des propriétés électriques.
- i) Toutes techniques spéciales d'étalonnage.

6 Documentation d'essai

La documentation doit contenir les détails définis à l'article 5 avec toutes les exceptions, ainsi que les détails suivants:

- a) titre de l'essai;
- b) équipement d'essai utilisé et date du dernier et du prochain étalonnage;
- c) mesure du montage, mesure de l'échantillon avec le montage, les graphiques de l'atténuation calculée de l'échantillon et les tableaux des résultats pour les valeurs discrètes de fréquence;
- d) caractéristiques des symétriseurs, si nécessaire;
- e) observations;
- f) nom de l'opérateur et date de l'essai.

5 Details to be specified

The following details shall be specified in the reference document:

- a) Specimen signal and ground assignments for each measurement. As a minimum, the driven conductor or conductor pair, the nearest signal conductors in each direction, and the associated (adjacent) grounds of all these shall be identified.

NOTE A sufficient number of lines to be measured, based on a consideration of geometry, should be specified so that the best and worst case performance will be determined. It is recommended that the following be considered: conductor spacing, conductor orientation, conductor length, etc.

- b) The type of drive signal, single-ended or differential. Refer to 2.2.1 for the special case of differential and not balanced signals.
- c) Specimen environment impedance, if other than 50 Ω for single-ended or 100 Ω for differential.
- d) Points between which the attenuation shall be measured.
- e) Measurement frequency range.
- f) Tabulated single frequency results, if desired.
- g) Plot magnitude format, if other than dB and log frequency.
- h) Any special requirements with respect to fixture and termination construction and electrical properties.
- i) Any special calibration technique.

6 Test documentation

Documentation shall contain the details specified in clause 5, with any exceptions, and the following:

- a) title of test;
- b) test equipment, and date of last and next calibration;
- c) measured fixture, measured specimen-with-fixture, and calculated specimen attenuation plots and tabulated single frequency results;
- d) balun specifications, if used;
- e) observations;
- f) name of operator and date of test.

Annexe A (normative)

Diagrammes et schémas pour les montages et l'équipement

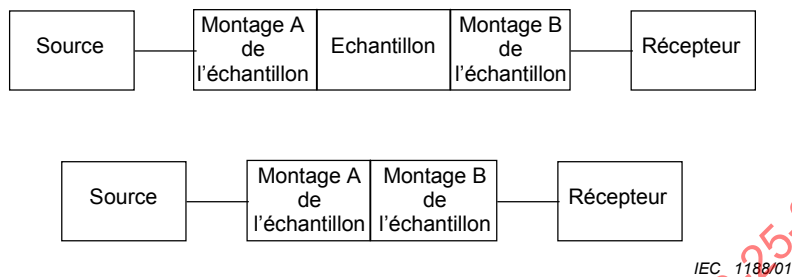


Figure A.1a – Technique d'insertion

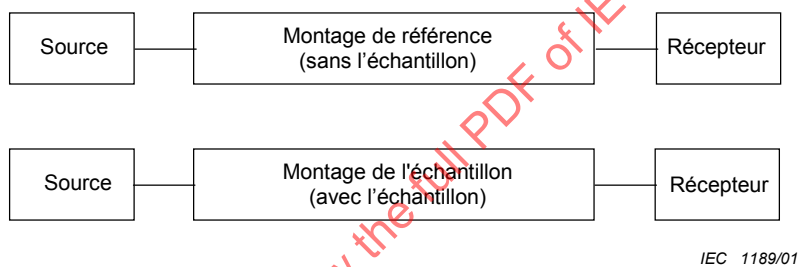


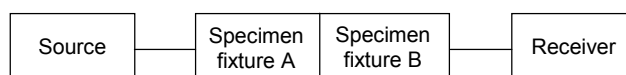
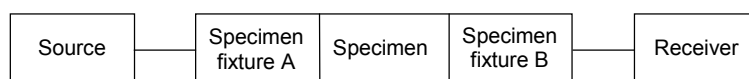
Figure A.1b – Technique du montage de référence

Figure A.1 – Diagrammes techniques

Annex A

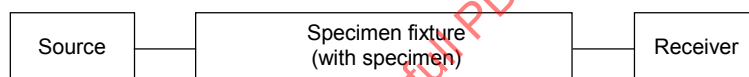
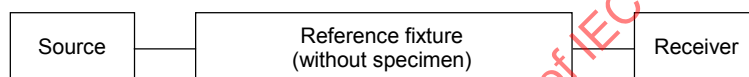
(normative)

Diagrams and schematics of fixtures and equipment



IEC 1188/01

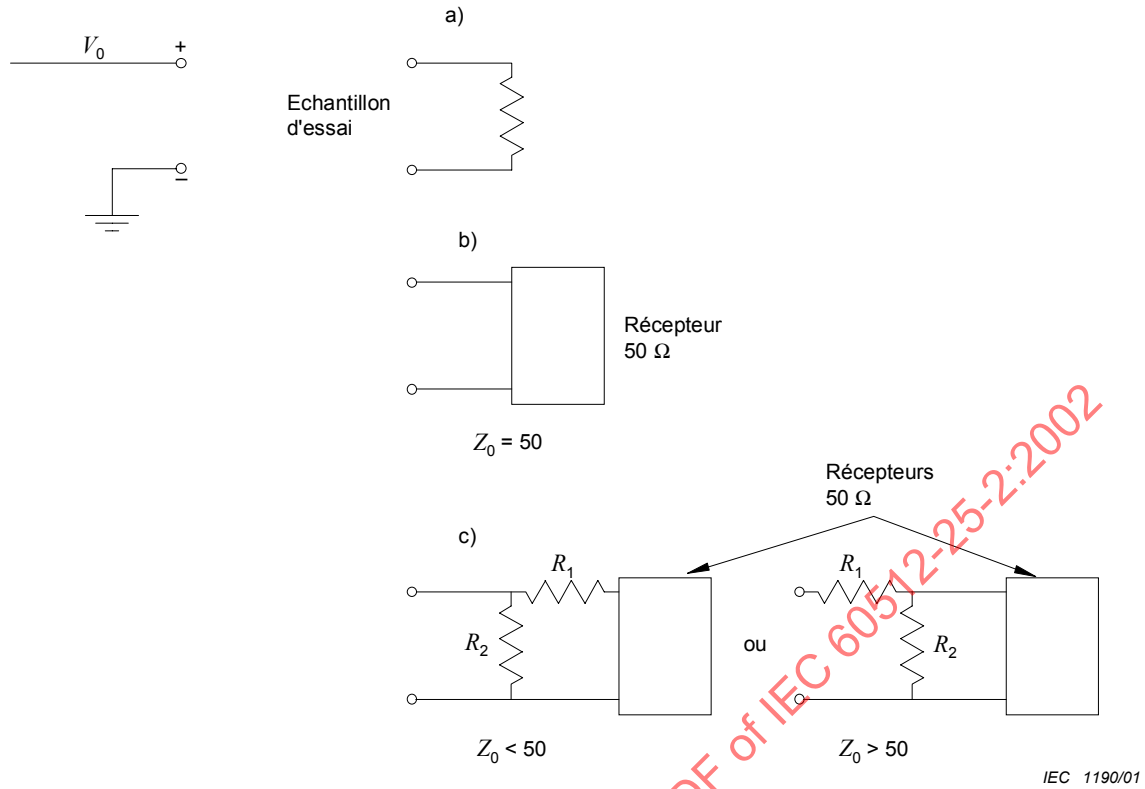
Figure A.1a – Insertion technique



IEC 1189/01

Figure A.1b – Reference fixture technique

Figure A.1 – Technical diagrams

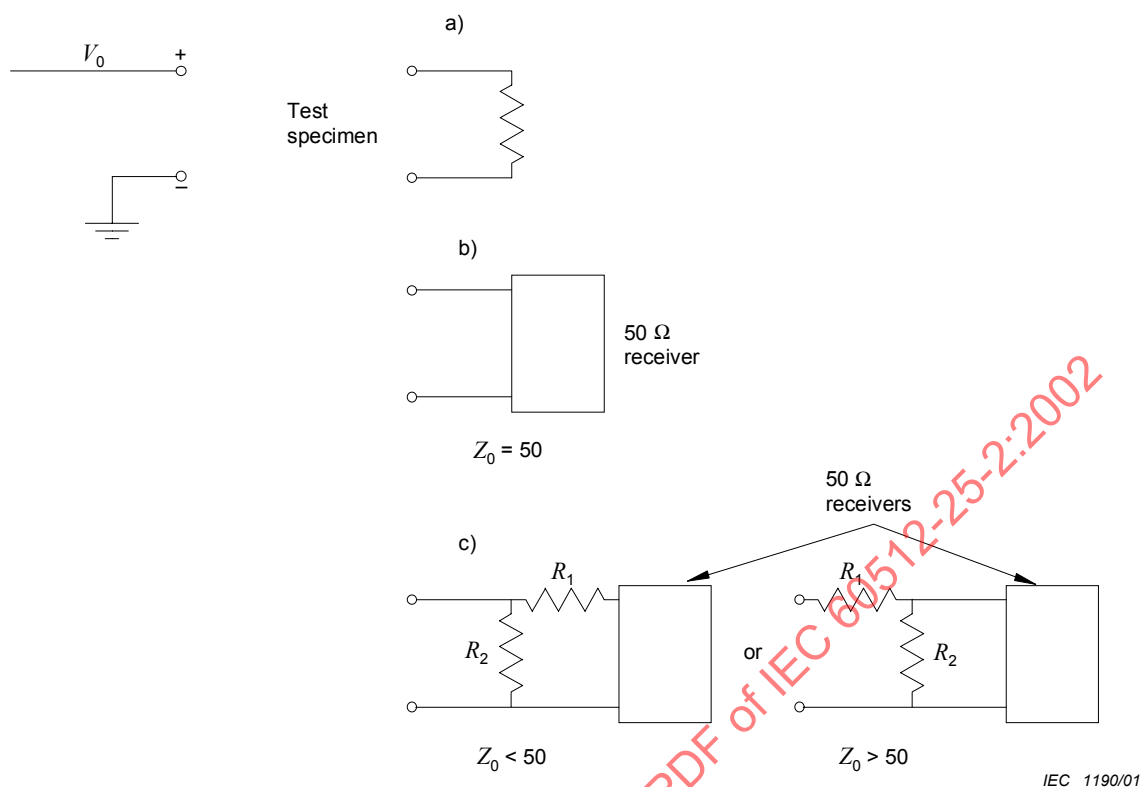


Equations des circuits à perte minimale (optimisés):

$$R_1 = 50 [1 - (Z_0 / 50)]^{0,5} \quad R_1 = Z_0 [1 - (50 / Z_0)]^{0,5}$$

$$R_2 = Z_0 / [1 - (Z_0 / 50)]^{0,5} \quad R_2 = 50 / [1 - (50 / Z_0)]^{0,5}$$

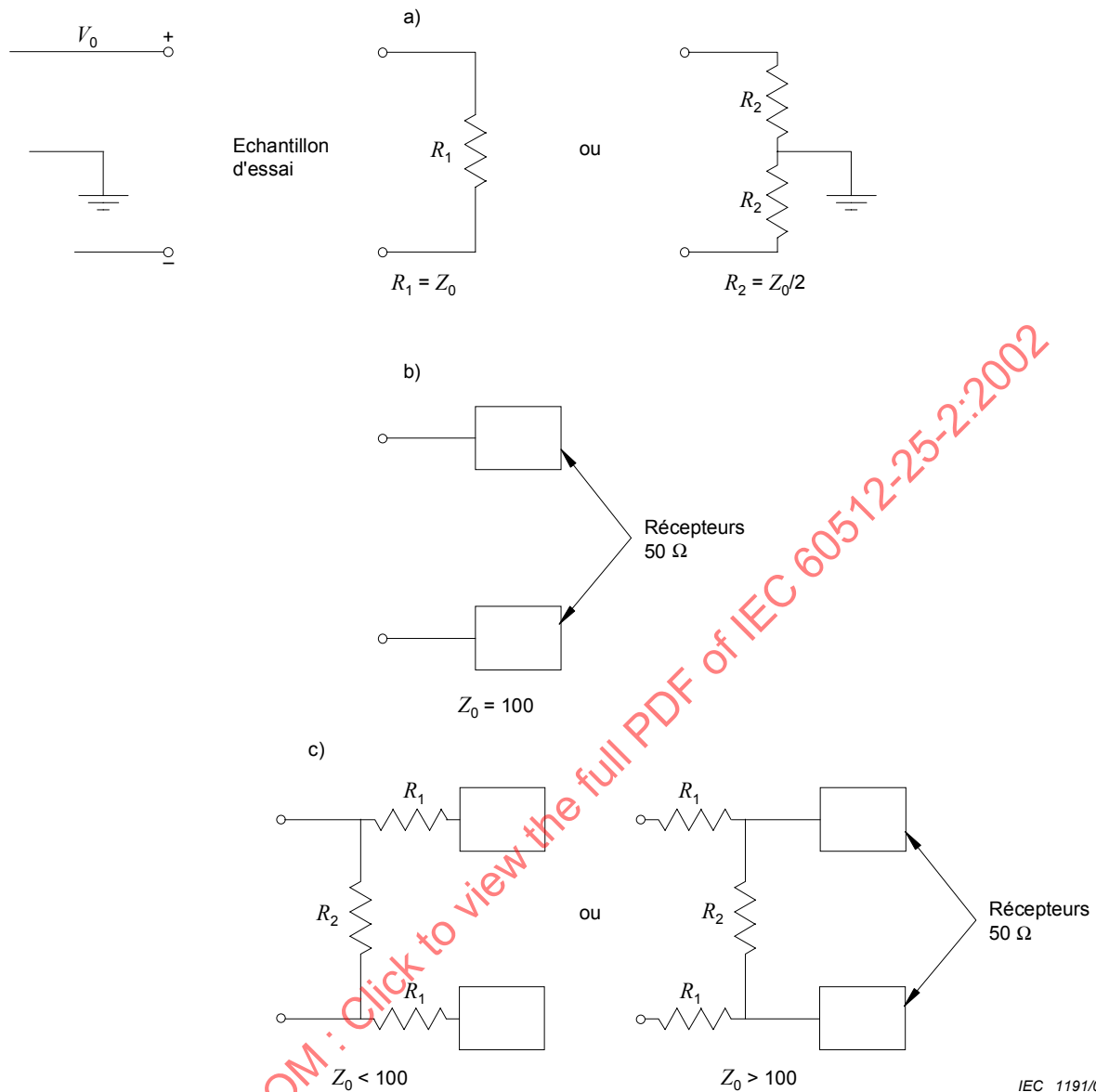
Figure A.2 – Adaptations asymétriques



Minimum loss pad equations:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 50 \left[1 - (Z_0 / 50) \right]^{0.5} & R_1 &= Z_0 \left[1 - (50 / Z_0) \right]^{0.5} \\
 R_2 &= Z_0 / \left[1 - (Z_0 / 50) \right]^{0.5} & R_2 &= 50 / \left[1 - (50 / Z_0) \right]^{0.5}
 \end{aligned}$$

Figure A.2 – Single-ended terminations



Equations des circuits à perte minimale:

$$R_1 = 100 [1 - (Z_0 / 100)]^{0,5} / 2$$

$$R_2 = Z_0 / [1 - (Z_0 / 100)]^{0,5}$$

$$R_1 = Z_0 [1 - (100 / Z_0)]^{0,5} / 2$$

$$R_2 = 100 / [1 - (100 / Z_0)]^{0,5}$$

Figure A.3 – Adaptations différentielles (symétriques)