

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61196-1-112

Première édition  
First edition  
2006-03

---

---

**Câbles coaxiaux de communication –**

**Partie 1-112:**

**Méthodes d'essai électrique –**

**Essai de l'affaiblissement de réflexion**

**(uniformité d'impédance)**

ITEC STANDARD PREVIEW

**(standards.iteh.ai)**

**Coaxial communication cables –**

**IEC 61196-1-112:2006**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

**Part 1-112:**

**Electrical test methods –**

**Test for return loss**

**(uniformity of impedance)**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61196-1-112:2006

## 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](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto: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](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue of IEC publications**  
The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61196-1-112

Première édition  
First edition  
2006-03

---

---

**Câbles coaxiaux de communication –**

**Partie 1-112:**

**Méthodes d'essai électrique –**

**Essai de l'affaiblissement de réflexion**

**(uniformité d'impédance)**

ITEH STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

**Coaxial communication cables –**

IEC 61196-1-112:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

**Part 1-112:**

**Electrical test methods –**

**Test for return loss**

**(uniformity of impedance)**

© 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 Varembe, 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

Q

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 Principe .....	8
5 Méthode d'essai .....	10
5.1 Equipement d'essai .....	10
5.2 Préparation des éprouvettes d'essai .....	10
5.3 Principe de correction d'erreurs (étalonnage) de l'équipement d'essai .....	10
5.4 Nombre de points de mesure .....	12
5.5 Longueur du câble en essai .....	12
5.6 Procédure .....	14
5.6.1 Généralités .....	14
5.6.2 Méthode de la bande de fréquence unique .....	14
5.6.3 Méthode du sous-intervalle .....	16
5.6.4 Méthode d'espacement en fréquence à variation continue .....	16
6 Rapport d'essai .....	16
7 Exigence .....	16
Annexe A (informative) Exigence sur l'espacement en fréquence pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion des câbles RF .....	18
Figure A.1 – Modèle de réflexion .....	20
Figure A.2 – Pic de résonance .....	28
Figure A.3 – Comparaison des largeurs de bande à 3 dB théoriques et mesurées des pics de résonance .....	30

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

IEC 61196-1-112:2006  
<http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms and definitions .....	9
4 Principle .....	9
5 Test method .....	11
5.1 Test equipment .....	11
5.2 Preparation of test specimen .....	11
5.3 Principle of error correction (calibration) of test equipment.....	11
5.4 Number of measuring points.....	13
5.5 Length of cable under test.....	13
5.6 Procedure .....	15
5.6.1 General .....	15
5.6.2 Single frequency band method .....	15
5.6.3 Subinterval method.....	17
5.6.4 Continuously varying frequency spacing method.....	17
6 Test report.....	17
7 Requirement.....	17
Annex A (informative) Requirement on the frequency spacing for the measurement of the return loss of r.f. cables.....	19
Figure A.1 – Reflection model.....	21
Figure A.2 – Resonance peak.....	29
Figure A.3 – Comparison of theoretical and measured 3 dB bandwidths of resonance peaks.....	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES COAXIAUX DE COMMUNICATION –**

**Partie 1-112: Méthodes d'essai électrique –  
Essai de l'affaiblissement de réflexion (uniformité d'impédance)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 telles 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'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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 obligatoire 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 61196-1-112 a été établie par le sous-comité 46A: Câbles coaxiaux, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
46A/780/FDIS	46A/792/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 2.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## COAXIAL COMMUNICATION CABLES –

**Part 1-112: Electrical test methods –  
Test for return loss (uniformity of impedance)**

## 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 61196-1-112 has been prepared by subcommittee 46A: Coaxial cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, r.f. and microwave passive components and accessories.

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

FDIS	Report on voting
46A/780/FDIS	46A/792/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 2.

La présente partie de la CEI 61196 fait partie d'une série de normes développées pour les *câbles coaxiaux de communication*. La série comprendra les parties suivantes:

- Partie 1: Spécification générique – Généralités, définitions et exigences
- Partie 1-1: Agrément de savoir-faire pour câbles coaxiaux
- Partie 1-1XX: Méthodes d'essai électrique
- Partie 1-2XX: Méthodes d'essai d'environnement
- Partie 1-3XX: Méthodes d'essai mécanique
- Partie 1-4XX: Méthodes d'essai d'immunité électromagnétique
- Partie 4: Spécification intermédiaire pour les câbles rayonnants
- Partie 5: Spécification intermédiaire pour les câbles verticaux et de distribution dédiés aux réseaux pour antennes communautaires
- Partie 5-1: Spécification particulière cadre pour les câbles verticaux de distribution dédiés aux réseaux pour antennes communautaires
- Partie 6: Spécification intermédiaire pour les câbles de raccordement
- Partie 6-1: Spécification particulière cadre pour les câbles de raccordement dédiés aux réseaux pour antennes communautaires

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.

<http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

(standards.iteh.ai)

IEC 61196-1-112:2006



This part of IEC 61196 is one of a series of standards being developed for *coaxial communication cables*. The series will comprise the following parts:

- Part 1: Generic specification – General, definitions and requirements
- Part 1-1: Capability approval for coaxial cables
- Part 1-1XX: Electrical test methods
- Part 1-2XX: Environmental test methods
- Part 1-3XX: Mechanical test methods
- Part 1-4XX: Electromagnetic compatibility test methods
- Part 4: Sectional specification for radiating cables
- Part 5: Sectional specification for CATV trunk and distribution cables
- Part 5-1: Blank detail specification for CATV trunk distribution cables
- Part 6: Sectional specification for drop cables
- Part 6-1: Blank detail specification for CATV drop cables

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.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[IEC 61196-1-112:2006](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

## CÂBLES COAXIAUX DE COMMUNICATION –

### Partie 1-112: Méthodes d'essais électriques – Essai de l'affaiblissement de réflexion (uniformité d'impédance)

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61196 s'applique aux câbles coaxiaux de communication. Elle spécifie les méthodes d'essais pour la détermination de l'affaiblissement de réflexion (uniformité d'impédance).

#### 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 61196-1, *Câbles coaxiaux de communication – Partie 1: Spécification générique – Généralités, définitions et exigences*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61196-1 s'appliquent.

#### 4 Principe

Le affaiblissement de réflexion est utile pour quantifier le niveau (la quantité) de signal réfléchi dans un câble coaxial. Le affaiblissement de réflexion combine les effets des réflexions dues à l'écart par rapport à l'impédance nominale du câble en essai (par exemple 50 Ω ou 75 Ω) et les effets structurels, et il est spécifié lorsque la performance du système est l'intérêt majeur.

Lorsque l'étalonnage de l'analyseur de réseau et de l'élément du paramètre  $S$  est réalisé par rapport à l'impédance de référence, le affaiblissement de réflexion est:

$$RL = -20 \log |S_{11}|$$

où

$$S_{11} = \frac{\sqrt{P_r}}{\sqrt{P_i}}$$

$P_r$  est la puissance réfléchie;

$P_i$  est la puissance incidente.

Etabli en termes d'impédances, le affaiblissement de réflexion est donné par:

$$RL = -20 \log \left| \frac{Z_T - Z_R}{Z_T + Z_R} \right|$$

# COAXIAL COMMUNICATION CABLES –

## Part 1-112: Electrical test methods – Test for return loss (uniformity of impedance)

### 1 Scope

This part of IEC 61196 applies to coaxial communications cables. It specifies test methods for determining the return loss (uniformity of impedance).

### 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 61196-1, *Coaxial communication cables – Part 1: Generic specification – General, definitions and requirements*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61196-1 apply.

[IEC 61196-1-112:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006)

### 4 Principle

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7ee1c35c-0679-4482-9e09-2841f5a33356/iec-61196-1-112-2006>

Return loss is useful for quantifying the level (amount) of the reflected signal in a coaxial cable. Return loss combines the effects of reflections due to both the deviation from the nominal impedance of the cable under test (such as 50 Ω or 75 Ω) and structural effects and is specified when system performance is the primary interest.

When calibration of the network analyser and *S*-parameter unit is performed relative to the reference impedance, the return loss is:

$$RL = -20 \log |S_{11}|$$

where

$$S_{11} = \frac{\sqrt{P_r}}{\sqrt{P_i}}$$

where

$P_r$  is the reflected power;

$P_i$  is the incident power.

Stated in terms of the impedances the return loss is given by

$$RL = -20 \log \left| \frac{Z_T - Z_R}{Z_T + Z_R} \right|$$

où

$RL$  est le affaiblissement de réflexion, en dB;

$Z_T$  est l'impédance complexe mesurée, en ohms ( $\Omega$ ), obtenue à partir de mesures du câble raccordé où l'extrémité la plus éloignée est raccordée à  $Z_R$ ;

$Z_R$  est l'impédance de référence, en ohms ( $\Omega$ ), (50  $\Omega$ , 75  $\Omega$ , ou selon ce qui est approprié).

## 5 Méthode d'essai

### 5.1 Equipement d'essai

Un analyseur de réseau vectoriel (VNA; en anglais *vector network analyser*) capable de réaliser les mesures  $S_{11}/S_{22}$  et un kit d'étalonnage avec les normes d'étalonnage (circuit ouvert, court-circuit et chargé).

### 5.2 Préparation des éprouvettes d'essai

Des connecteurs d'essais de précision à faibles réflexions intrinsèques doivent être installés aux deux extrémités de l'éprouvette d'essai pour permettre le raccordement direct à l'analyseur de réseau et/ou à la charge de terminaison.

### 5.3 Principe de correction d'erreurs (étalonnage) de l'équipement d'essai

Une description détaillée de la procédure de correction d'erreurs (étalonnage) est fournie dans le manuel de l'analyseur de réseau vectoriel.

Les mesures de l'affaiblissement de réflexion dépendent fortement de la directivité du pont ou du coupleur directionnel ( $E_D$ ), du suivi des réponses en fréquence ( $E_R$ ) et de l'adaptation de source ( $E_S$ ). Ces 3 erreurs sont liées aux données réelles ( $S_{11a}$ ) et aux données mesurées ( $S_{11m}$ ) par:

$$S_{11m} = E_D + \frac{S_{11a} \cdot E_R}{1 - E_S \cdot S_{11a}} \quad (1)$$

Si les 3 erreurs sont connues, un affaiblissement de réflexion corrigé du dispositif en essai peut être obtenu. On trouve les erreurs en mesurant le système utilisant 3 normes indépendantes avec des caractéristiques connues. Ces normes correspondent à des terminaisons de charge étalonnée, en circuit ouvert et en court-circuit.

La mesure d'une charge étalonnée ( $S_{11a} = 0$ ) donne lieu à:

$$S_{11\text{chargé}} = E_D \quad (2)$$

La mesure d'un court-circuit ( $S_{11a} = -1$ ) donne lieu à:

$$S_{11\text{court-circuit}} = E_D + \frac{-E_R}{1 + E_S} \quad (3)$$

Le circuit ouvert donne la troisième condition indépendante. Les connecteurs ouverts ont des capacités parasites; ainsi, un circuit ouvert de conception spéciale avec une phase connue  $\phi_O$  est utilisé, ce qui aboutit à:

$$S_{11\text{circuit ouvert}} = E_D + \frac{1 \angle \phi_O \cdot E_R}{1 - E_S \cdot 1 \angle \phi_O} \quad (4)$$