

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60079-25

Première édition
First edition
2003-08

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 25:
Systèmes de sécurité intrinsèque**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres –**

**Part 25:
Intrinsically safe systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60079-25:2003

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**

60079-25

Première édition
First edition
2003-08

**Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses –**

**Partie 25:
Systèmes de sécurité intrinsèque**

**Electrical apparatus for explosive
gas atmospheres –**

**Part 25:
Intrinsically safe systems**

© IEC 2003 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 **XB**

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC 60079-25
Edition 1.0 2003-08

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –

Part 25: Intrinsically safe electrical systems

INTERPRETATION SHEET 1

This interpretation sheet has been prepared by subcommittee 31G: Intrinsically-safe apparatus, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

The text of this interpretation sheet is based on the following documents:

DISH	Report on voting
31G/364/DISH	31G/369/RVDISH

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

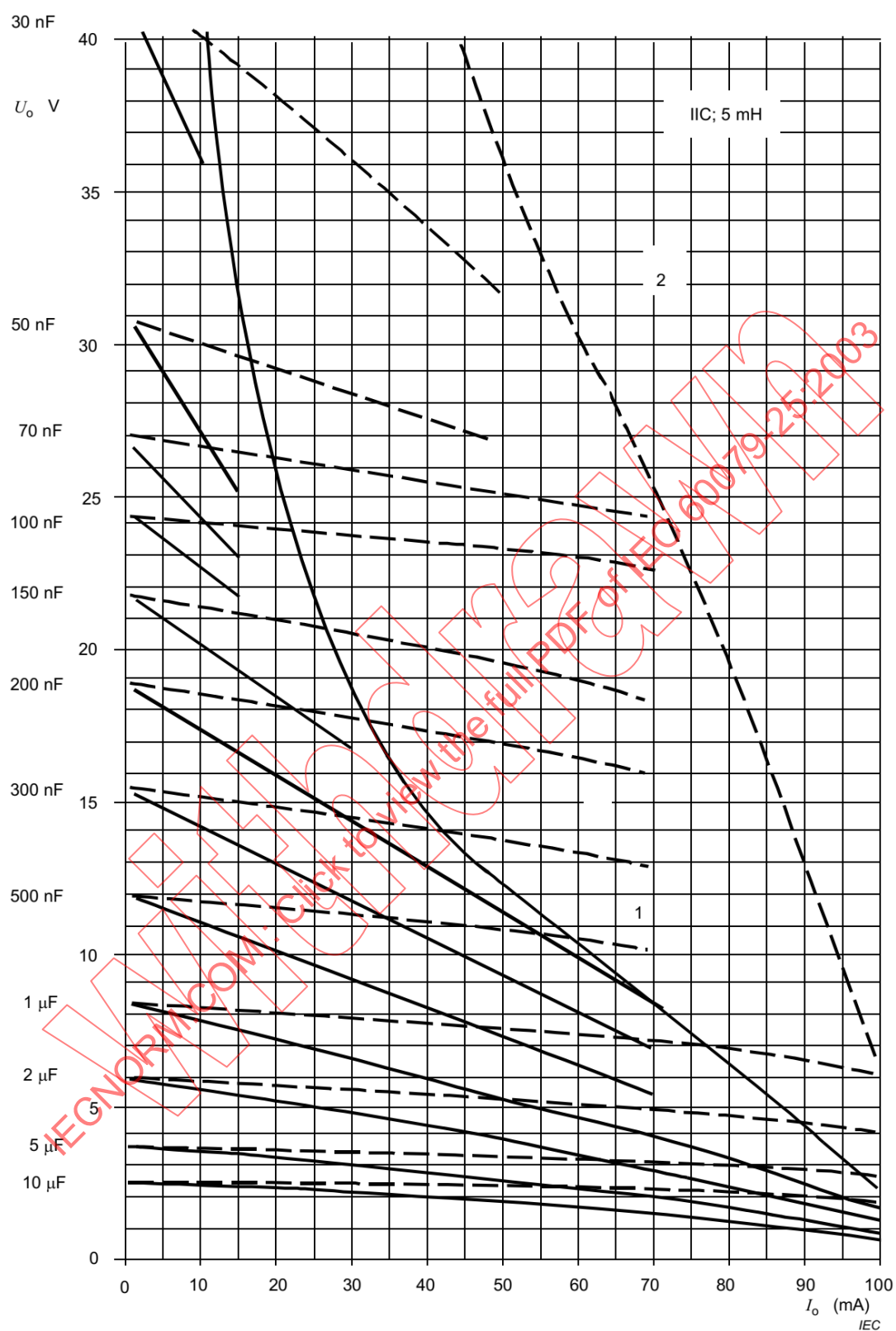
IEC 60079-25:2003 (Edition 1.0)

Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe electrical systems

Background

The x-axis of Figure C.7e) is incorrectly numbered. The x-axis should be numbered 0 to 100, but instead is numbered 0 to 120, and the index for 50 has been omitted.

The following new figure replaces existing Figure C.7e) in IEC 60079-25:2003.



Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7e) – Diagram for 5 mH

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	10
4 Certificat descriptif système	12
5 Groupement et classification	14
6 Catégories de classement des systèmes	14
6.1 Généralités	14
6.2 Catégorie «ia»	16
6.3 Catégorie «ib»	16
7 Température nominale ambiante	16
8 Câblage sur site	16
9 Mise à la terre et liaison des systèmes de sécurité intrinsèque	16
10 Protection contre la foudre et les autres surtensions électriques	18
11 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque	20
11.1 Généralités	20
11.2 Analyse des circuits inductifs	24
11.3 Défaillances du câblage sur site	24
11.4 Vérifications et essais de type	24
12 Marquage	24
Annexe A (normative) Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque simple	26
Annexe B (normative) Evaluation des circuits comportant au moins deux sources de puissance	30
Annexe C (informative) Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque linéaires et non linéaires	38
Annexe D (normative) Vérification des paramètres inductifs	112
Annexe E (informative) Format possible des schémas descriptifs des systèmes et des schémas d'installation	116
Annexe F (informative) Protection contre la surtension d'un circuit de sécurité intrinsèque	122
Figure 1 – Analyse des systèmes	22
Figure A.1 – Interconnexion d'un matériel de sécurité intrinsèque avec un matériel associé	28
Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série	34
Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle	34
Figure B.3 – Sources de puissance volontairement non connectées	36
Figure C.1 a) – Caractéristiques linéaires	40
Figure C.1 b) – Caractéristiques trapézoïdales	40
Figure C.1 c) – Caractéristiques rectangulaires	40
Figure C.1 – Caractéristique des circuits et sorties équivalents des circuits résistifs	40

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	11
2 Normative references.....	11
3 Definitions	11
4 Descriptive system document	13
5 Grouping and classification	15
6 System categories	15
6.1 General	15
6.2 Category “ia”	17
6.3 Category “ib”	17
7 Ambient temperature rating.....	17
8 Field wiring	17
9 Earthing and bonding of intrinsically safe systems	17
10 Protection against lightning and other electrical surges.....	19
11 Assessment of an intrinsically safe system	21
11.1 General	21
11.2 Analysis of inductive circuits.....	25
11.3 Failures in field wiring.....	25
11.4 Type verifications and type tests.....	25
12 Marking	25
Annex A (normative) Assessment of a simple intrinsically safe system	27
Annex B (normative) Assessment of circuits with more than one source of power	31
Annex C (informative) Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits.....	39
Annex D (normative) Verification of inductive parameters.....	113
Annex E (informative) A possible format for descriptive systems drawings and installation drawings.....	117
Annex F (informative) Surge protection of an intrinsically safe circuit	123
Figure 1 – Systems analysis.....	23
Figure A.1 – Interconnection of intrinsically safe apparatus with associated apparatus.....	29
Figure B.1 – Sources of power connected in series	35
Figure B.2 – Sources of power connected in parallel	35
Figure B.3 – Sources of power not deliberately connected	37
Figure C.1a) – Linear characteristics	41
Figure C.1b) – Trapezoidal characteristics	41
Figure C.1c) – Rectangular characteristics	41
Figure C.1 – Equivalent circuit and output characteristic of resistive circuits	41

Figure C.2 a) – Connexion série avec addition en tension	42
Figure C.2 b) – Connexion série avec addition en tension et addition éventuelle en courant	42
Figure C.2 c) – Connexion parallèle avec addition en courant	42
Figure C.2 d) – Connexion parallèle avec addition en courant et addition éventuelle en tension	44
Figure C.2 e) – Connexion série ou parallèle avec addition en courant et en tension	44
Figure C.2 – Addition en courant et/ou tension pour interconnexions (<i>suite</i>)	44
Figure C.3 a) – Caractéristiques de sortie	52
Figure C.3 b) – Circuit équivalent	52
Figure C.3 – Caractéristique de sortie et circuit équivalent d'une source avec caractéristique trapézoïdale	52
Figure C.4 – Exemple d'interconnexion	60
Figure C.5 – Caractéristiques de somme du circuit représenté à la Figure C.4	62
Figure C.6a) – Addition en courant et en tension	66
Figure C.6b) – Addition en tension	66
Figure C.6 – Addition en courant et/ou tension pour l'exemple de la Figure C.4	66
Figure C.7a) – Diagramme pour 0,15 mH	70
Figure C.7b) – Diagramme pour 0,5 mH	74
Figure C.7c) – Diagramme pour 1 mH	78
Figure C.7d) – Diagramme pour 2 mH	82
Figure C.7e) – Diagramme pour 5 mH	86
Figure C.7 – Diagramme de courbes de limites pour caractéristique de source universelle – Groupe IIC	88
Figure C.8a) – Diagramme pour 0,15 mH	90
Figure C.8b) – Diagramme pour 0,5 mH	94
Figure C.8c) – Diagramme pour 1 mH	98
Figure C.8d) – Diagramme pour 2 mH	102
Figure C.8e) – Diagramme pour 5 mH	106
Figure C.8 – Diagramme de courbes de limites pour caractéristique de source universelle – Groupe IIB	108
Figure C.9 – Modèle de copie pour diagrammes de sources universelles	110
Figure D.1 – Circuit inductif type	114
Figure E.1 – Schéma fonctionnel type du certificat descriptif d'un système IS	118
Figure E.2 – Schéma d'installation type d'un système IS	120
Figure F.1 – Prescriptions relatives à la protection contre la surtension d'un dispositif de mesure	126
Tableau C.1 – Paramètres nécessaires à la description de la caractéristique de sortie	48
Tableau C.2 – Affectation des diagrammes aux groupes et aux inductances des matériels	56

Figure C.2a) – Series connection with voltage addition.....	43
Figure C.2b) – Series connection with voltage addition and possibly current addition	43
Figure C.2c) – Parallel connection with current addition	43
Figure C.2d) – Parallel connection with current and possibly voltage addition	45
Figure C.2e) – Series or parallel connection with current and voltage addition	45
Figure C.2 – Current and/or voltage addition for interconnections	45
Figure C.3 a) – Output characteristics	53
Figure C.3 b) – Equivalent circuit	53
Figure C.3 – Output characteristic and equivalent circuit of a source with trapezoidal characteristic	53
Figure C.4 – Example of an interconnection	61
Figure C.5 – Sum characteristics for the circuit as given in Figure C.4	63
Figure C.6a) – Current and voltage addition	67
Figure C.6b) – Voltage addition	67
Figure C.6 – Current and/or voltage addition for the example given in Figure C.4.....	67
Figure C.7a) – Diagram for 0,15 mH.....	71
Figure C.7b) – Diagram for 0,5 mH.....	75
Figure C.7c) – Diagram for 1 mH.....	79
Figure C.7d) – Diagram for 2 mH.....	83
Figure C.7e) – Diagram for 5 mH.....	87
Figure C.7 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIC	89
Figure C.8a) – Diagram for 0,15 mH.....	91
Figure C.8b) – Diagram for 0,5 mH.....	95
Figure C.8c) – Diagram for 1 mH.....	99
Figure C.8d) – Diagram for 2 mH.....	103
Figure C.8e) – Diagram for 5 mH.....	107
Figure C.8 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIB	109
Figure C.9 – Copy pattern for universal source diagrams	111
Figure D.1 – Typical inductive circuit.....	115
Figure E.1 – Typical block diagram for IS system descriptive system document	119
Figure E.2 – Typical installation drawing for IS system.....	121
Figure F.1 – Surge protection requirements of an instrument loop.....	127
Table C.1 – Parameters necessary to describe the output characteristic	49
Table C.2 – Assignment of diagrams to apparatus groups and inductances.....	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque

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 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 de la CEI 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'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. 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 60079-25 a été établie par le sous-comité 31G: Matériels de sécurité intrinsèque, du comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31G/115/FDIS	31G/121/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.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –**Part 25: Intrinsically safe systems****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, 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60079-25 has been prepared by subcommittee 31G: Intrinsically safe apparatus, of IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

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

FDIS	Report on voting
31G/115/FDIS	31G/121/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2003

Withdrawing

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

The contents of the Interpretation Sheet of May 2023 have been included in this copy.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2003

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de la CEI 60079 contient les règles spécifiques de construction et d'évaluation des systèmes électriques de sécurité intrinsèque, de mode de protection «i», destinés à être utilisés, en tout ou en partie, dans des atmosphères explosives du Groupe II. La présente norme est destinée à être utilisée par le concepteur du système qui peut être un constructeur, un consultant spécialisé ou un membre du personnel de l'utilisateur final.

1.2 La présente norme complète la CEI 60079-11, dont les prescriptions s'appliquent au matériel électrique utilisé dans des systèmes électriques de sécurité intrinsèque.

1.3 Les prescriptions d'installation d'un système du Groupe II conçu conformément à la présente norme sont spécifiées dans la CEI 60079-14.

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 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60079-0, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 0: Règles générales*

CEI 60079-11:1999, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 11: Sécurité intrinsèque «i»*

CEI 60079-14:2002, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes, spécifiques aux systèmes électriques de sécurité intrinsèque, s'appliquent. Elles complètent les définitions données dans la CEI 60079-0 et la CEI 60079-11.

3.1

système électrique de sécurité intrinsèque

assemblage d'objets interconnectés de matériel électrique, définis de manière détaillée dans un certificat descriptif système, dont les circuits ou des parties de circuits, destinés à être utilisés dans une atmosphère explosive, sont des circuits de sécurité intrinsèque

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –

Part 25: Intrinsically safe systems

1 Scope

1.1 This part of IEC 60079 contains the specific requirements for construction and assessment of intrinsically safe electrical systems, type of protection “i”, intended for use, as a whole or in part, in explosive atmospheres in Group II locations. This standard is intended for use by the designer of the system who may be a manufacturer, a specialist consultant or a member of the end-user’s staff.

1.2 This standard supplements IEC 60079-11, the requirements of which apply to electrical apparatus used in intrinsically safe electrical systems.

1.3 The installation requirements of a Group II system designed in accordance with this standard are specified in IEC 60079-14.

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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60079-0, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

IEC 60079-11:1999, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 11: Intrinsic safety “i”*

IEC 60079-14:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

3 Definitions

For the purposes of this document, the following definitions, specific to intrinsically safe electrical systems, apply. They supplement the definitions which are given in IEC 60079-0 and IEC 60079-11.

3.1

intrinsically safe electrical system

assembly of interconnected items of electrical apparatus, described in a descriptive system document, in which the circuits or parts of circuits, intended to be used in an explosive atmosphere, are intrinsically safe circuits

3.1.1

système électrique de sécurité intrinsèque certifié

système électrique conforme à la définition donnée en 3.1 pour lequel un certificat a été délivré, confirmant que le système électrique est conforme à la présente norme

3.1.2

système électrique de sécurité intrinsèque non certifié

système électrique conforme à la définition donnée en 3.1 pour lequel la connaissance des paramètres électriques des objets constitutifs d'un matériel électrique de sécurité intrinsèque certifié, d'un matériel associé certifié ou d'un matériel simple, ainsi que la connaissance des paramètres électriques et physiques du câblage d'interconnexion, permettent de déduire sans aucune ambiguïté le maintien de la sécurité intrinsèque

3.2

certificat descriptif système

document de spécification des objets constitutifs d'un matériel électrique, de leurs paramètres électriques ainsi que des paramètres du câblage d'interconnexion

3.3

concepteur du système

personne responsable de l'élaboration du certificat descriptif système, ayant les compétences nécessaires pour accomplir la tâche qui lui incombe et habilitée à prendre des engagements pour le compte de son employeur

3.4

capacité maximale du câble (C_c)

capacité maximale du câble d'interconnexion qui peut être raccordé à un circuit de sécurité intrinsèque sans annuler la sécurité intrinsèque

3.5

inductance maximale du câble (L_c)

inductance maximale du câble d'interconnexion qui peut être relié à un circuit de sécurité intrinsèque sans annuler la sécurité intrinsèque

3.6

rapport maximal de l'inductance à la résistance du câble (L_c/R_c)

valeur maximale du rapport de l'inductance (L_c) à la résistance (R_c) du câble d'interconnexion qui peut être raccordé à un circuit de sécurité intrinsèque sans annuler la sécurité intrinsèque

3.7

alimentation linéaire

source (de puissance) dont le courant de sortie est déterminé par une résistance. La tension de sortie décroît linéairement lorsque le courant de sortie augmente

3.8

alimentation non linéaire

alimentation électrique pour laquelle la tension de sortie et le courant de sortie ont une relation non linéaire

EXEMPLE Une alimentation avec une tension de sortie constante pouvant atteindre un courant limite constant régulé par des semi-conducteurs.

4 Certificat descriptif système

Un certificat descriptif système doit être établi pour tous les systèmes. Le certificat descriptif système doit fournir une analyse adéquate du niveau de sécurité atteint par le système.

3.1.1**certified intrinsically safe electrical system**

electrical system conforming to 3.1 for which a certificate has been issued confirming that the electrical system complies with this standard

3.1.2**uncertified intrinsically safe electrical system**

electrical system conforming to 3.1 for which the knowledge of the electrical parameters of the items of certified intrinsically safe electrical apparatus, certified associated apparatus, simple apparatus and the knowledge of the electrical and physical parameters of the interconnecting wiring permit the unambiguous deduction that intrinsic safety is preserved

3.2**descriptive system document**

document in which the items of electrical apparatus, their electrical parameters and those of the interconnecting wiring are specified

3.3**system designer**

person who is responsible for the descriptive system document, has the necessary competence to fulfil the task and who is empowered to enter into the commitments on behalf of his employer

3.4**maximum cable capacitance (C_c)**

maximum capacitance of the interconnecting cable that can be connected into an intrinsically safe circuit without invalidating intrinsic safety

3.5**maximum cable inductance (L_c)**

maximum inductance of the interconnecting cable that can be connected into an intrinsically safe circuit without invalidating intrinsic safety

3.6**maximum cable inductance to resistance ratio (L_c/R_c)**

maximum value of the ratio inductance (L_c) to resistance (R_c) of the interconnecting cable that can be connected into an intrinsically safe circuit without invalidating intrinsic safety

3.7**linear power supply**

power source from which the available output current is determined by a resistor. The output voltage decreases linearly as the output current increases

3.8**non-linear power supply**

power supply where the output voltage and output current have a non-linear relationship

EXAMPLE A supply with a constant voltage output up to a constant current limit controlled by semiconductors.

4 Descriptive system document

A descriptive system document shall be created for all systems. The descriptive system document shall provide an adequate analysis of the level of safety achieved by the system.

L'Annexe E comprend des exemples de diagrammes types qui illustrent les prescriptions du certificat descriptif système.

Les prescriptions minimales sont les suivantes:

- a) diagramme fonctionnel du système répertoriant tous les objets constitutifs du matériel électrique au sein du système;
- b) indication de la subdivision du Groupe, du classement en température, de la catégorie et de la température nominale ambiante conformément aux Articles 5, 6 et 7;
- c) prescriptions et paramètres admissibles du câblage d'interconnexion conformément à l'Article 8;
- d) détails des points de mise à la terre et de liaison des systèmes conformément à l'Article 9. Une analyse conforme à l'Article 10 doit également être incluse lorsque des dispositifs de protection contre les surtensions sont utilisés;
- e) le cas échéant, une justification de l'évaluation du matériel comme matériel simple conformément à la CEI 60079-11 doit être incluse. Notamment lorsque plusieurs matériels simples sont inclus, l'analyse de la somme de leurs paramètres doit être prévue;
- f) une identification unique du certificat descriptif système doit être mise au point;
- g) le concepteur du système doit signer et dater le document.

5 Groupement et classification

Les systèmes électriques de sécurité intrinsèque doivent être placés dans le Groupe II tel que défini dans la CEI 60079-0. Le système, en tout ou partie, doit faire l'objet d'une autre subdivision de la classification le cas échéant.

Une classe de température de surface conforme à la CEI 60079-0 et à la CEI 60079-11 doit être assignée aux matériels constitutifs d'un système de sécurité intrinsèque du Groupe II, destiné à être utilisé dans des atmosphères explosives.

NOTE 1 Dans le cas des systèmes électriques de sécurité intrinsèque du Groupe II, ou de leurs matériels constitutifs, les subdivisions A, B, C peuvent être différentes de celles applicables au matériel électrique de sécurité intrinsèque particulier et du matériel électrique associé inclus dans le système.

NOTE 2 Différentes parties du même système électrique de sécurité intrinsèque peuvent avoir différentes subdivisions (A, B, C). Le matériel utilisé peut avoir différentes classes de température de surface et différentes températures ambiantes nominales.

6 Catégories de classement des systèmes

6.1 Généralités

Chaque élément constitutif d'un système électrique de sécurité intrinsèque destiné à être utilisé dans une atmosphère explosive doit être placé dans une catégorie «ia» ou «ib» conformément à la CEI 60079-11. Le système complet ne doit pas nécessairement être placé dans une seule catégorie.

Le certificat descriptif système doit spécifier la catégorie du système ou si nécessaire la catégorie des différentes parties de ce dernier.

NOTE Par exemple, lorsqu'un instrument est principalement un instrument de catégorie «ib» conçu pour la connexion d'un capteur de catégorie «ia», tel qu'un instrument de mesure du pH avec sa sonde raccordée, la partie constitutive du système y compris l'instrument de mesure relève de la catégorie «ib» et le capteur et ses connexions relèvent de la catégorie «ia».

L'Article 11 contient les informations détaillées concernant l'évaluation requise.

Annex E comprises examples of typical diagrams, which illustrate the requirements of the descriptive system document.

The minimum requirements are as follows:

- a) block diagram of the system listing all the items of apparatus within the system;
- b) a statement of the group subdivision, temperature classification, category and ambient temperature rating in accordance with Clauses 5, 6 and 7;
- c) the requirements and permitted parameters of the interconnecting wiring in accordance with Clause 8;
- d) details of the earthing and bonding points of the systems in accordance with Clause 9. When surge protection devices are used, an analysis in accordance with Clause 10 shall also be included;
- e) where applicable the justification of the assessment of apparatus as 'simple apparatus' in accordance with IEC 60079-11 shall be included. In particular, where several pieces of simple apparatus are included, the analysis of the summation of their parameters shall be available;
- f) a unique identification of the descriptive system document shall be created;
- g) the system designer shall sign and date the document.

5 Grouping and classification

Intrinsically safe electrical systems shall be placed in Group II as defined in IEC 60079-0. The system as a whole or parts thereof shall be given a further subdivision of the classification as appropriate.

Apparatus within a Group II intrinsically safe system, intended for use in explosive atmospheres, shall be given a surface temperature class in accordance with IEC 60079-0 and IEC 60079-11.

NOTE 1 In Group II intrinsically safe electrical systems, or parts thereof, the subdivisions A, B, C may be different from those of the particular intrinsically safe electrical apparatus and associated electrical apparatus included in the system.

NOTE 2 Different parts of the same intrinsically safe electrical system may have different subdivisions (A, B, C). The apparatus used may have different surface temperature classes and different ambient temperature ratings.

6 System categories

6.1 General

Each part of an intrinsically safe electrical system intended for use in a explosive atmosphere shall be placed in a category either "ia" or "ib" in accordance with IEC 60079-11. The complete system need not necessarily be placed in a single category.

The descriptive system document shall specify the category of the system or, where necessary, the category of different parts of the system.

NOTE For example, where an instrument is primarily an "ib" instrument but which is designed for the connection of an "ia" sensor, such as a pH measuring instrument with its connected probe, the part of the system up to the instrument is "ib" and the sensor and its connections "ia".

Clause 11 contains details of the required assessment.

6.2 Catégorie «ia»

Lorsque les prescriptions applicables à un matériel électrique de la catégorie «ia» (voir 5.2 de la CEI 60079-11) sont satisfaites grâce à un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ledit système ou ladite partie doit alors être placé(e) dans la catégorie «ia».

6.3 Catégorie «ib»

Lorsque les prescriptions applicables à un matériel électrique de la catégorie «ib» (voir 5.3 de la CEI 60079-11) sont satisfaites grâce à un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ledit système ou la dite partie doit alors être placé(e) dans la catégorie «ib».

7 Température nominale ambiante

Lorsque le système de sécurité intrinsèque, en tout ou en partie, est spécifié comme pouvant fonctionner hors de la plage normale de températures de fonctionnement allant de -20°C à $+40^{\circ}\text{C}$, cela doit être spécifié dans le certificat descriptif système.

8 Câblage sur site

Les paramètres électriques du câblage d'interconnexion dont dépend la sécurité intrinsèque, ainsi que leur dérivation, doivent être spécifiés dans le certificat descriptif système. Alternativement, un type spécifique de câble doit être spécifié et la justification de son utilisation doit faire l'objet de la documentation prévue. Lorsqu'un type particulier de câble est spécifié, il doit satisfaire aux prescriptions correspondantes de la CEI 60079-14.

Le cas échéant, le certificat descriptif système doit également spécifier les types admissibles de câbles multiconducteurs, comme précisé dans la CEI 60079-14, que chaque circuit particulier peut utiliser. Dans le cas particulier où il n'a pas été tenu compte des défauts entre des circuits séparés, une note indiquant que «lorsque le câble d'interconnexion utilise une partie d'un câble multiconducteur comportant d'autres circuits de sécurité intrinsèque, il est nécessaire que le câble multiconducteur soit conforme aux prescriptions d'un câble multiconducteur de type A ou B tel que spécifié dans la CEI 60079-14» doit être incluse dans le schéma fonctionnel du certificat descriptif système.

9 Mise à la terre et liaison des systèmes de sécurité intrinsèque

En règle générale, un circuit de sécurité intrinsèque doit être entièrement flottant ou relié au potentiel de référence associé à l'emplacement dangereux en un point uniquement. Le niveau d'isolement requis (à l'exception d'un point) doit être conçu pour résister à un essai d'isolation de 500 V conformément à 6.4.12 de la CEI 60079-11. Lorsque cette prescription n'est pas satisfaite, le circuit doit alors être considéré comme relié à la terre en ce point. La liaison à la terre d'un circuit est autorisée en plus d'un point, sous réserve que le circuit soit séparé galvaniquement en sous-circuits dont chacun n'a qu'un seul point de mise à la terre.

Les écrans doivent être reliés à la terre ou à la structure conformément à la CEI 60079-14. Lorsqu'un système est destiné à être utilisé dans une installation susceptible d'être soumise à des différences de potentiel significatives (supérieures à 10 V) entre la structure et le circuit, la technique préférentielle à laquelle il doit être fait appel consiste à utiliser un circuit galvaniquement isolé des influences extérieures telles que des modifications au niveau du potentiel de terre à une certaine distance de la structure. Une attention toute particulière est requise lorsqu'une partie du système est destinée à être utilisée dans un emplacement de zone 0.

6.2 Category “ia”

Where the requirements applicable to electrical apparatus of category “ia” (see 5.2 of IEC 60079-11) are satisfied by an intrinsically safe system or part of a system considered as an entity, then that system or part of a system shall be placed in category “ia”.

6.3 Category “ib”

Where the requirements applicable to electrical apparatus of category “ib” (see 5.3 of IEC 60079-11) are satisfied by an intrinsically safe system or part of a system considered as an entity, then that system or part of a system shall be placed in category “ib”.

7 Ambient temperature rating

Where part or all the intrinsically safe system is specified as being suitable for operation outside the normal operating temperature range of $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, this shall be specified in the descriptive system document.

8 Field wiring

The electrical parameters of the interconnecting wiring upon which intrinsic safety depends and their derivation shall be specified in the descriptive system document. Alternatively, a specific type of cable shall be specified and the justification for its use included in the documentation. Where a specific type of cable is specified, then it shall comply with the relevant requirements of IEC 60079-14.

Where relevant, the descriptive system document shall also specify the permissible types of multicore cables as specified in IEC 60079-14, which each particular circuit may utilize. In the particular case where faults between separate circuits have not been taken into account, then a note shall be included on the block diagram of the descriptive system document stating the following: “where the interconnecting cable utilizes part of a multicore containing other intrinsically safe circuits, then the multicore must be in accordance with the requirements of a multicore type A or B as specified in IEC 60079-14”.

9 Earthing and bonding of intrinsically safe systems

In general, an intrinsically safe circuit shall either be fully floating or bonded to the reference potential associated with the hazardous area at one point only. The level of isolation required (except at one point) is to be designed to withstand a 500 V insulation test in accordance with 6.4.12 of IEC 60079-11. Where this requirement is not met, then the circuit shall be considered to be earthed at that point. More than one earth connection is permitted on a circuit, provided that the circuit is galvanically separated into sub-circuits, each of which has only one earth point.

Screens shall be connected to earth or the structure in accordance with IEC 60079-14. Where a system is intended for use in an installation where significant potential differences (greater than 10 V) between the structure and the circuit can occur, the preferred technique is to use a circuit galvanically isolated from external influences such as changes in ground potential at some distance from the structure. Particular care is required where part of the system is intended to be used in a zone 0 location.

Il convient que le certificat descriptif système indique clairement le ou les points du système destinés à être reliés au potentiel de référence de l'installation, ainsi que les prescriptions spéciales relatives à ce type de liaison. Cela peut être réalisé au moyen de références croisées à la CEI 60079-14. Le ou les points de liaison du système de sécurité intrinsèque à l'installation doivent être déterminés conformément à la CEI 60079-14.

10 Protection contre la foudre et les autres surtensions électriques

Lorsqu'une analyse du risque montre qu'une installation est particulièrement sensible à la foudre ou à d'autres surtensions, des mesures doivent être prises pour éviter les risques éventuels.

Si une partie d'un circuit de sécurité intrinsèque est installée dans une zone 0 de sorte qu'il existe un risque de développement de différences de potentiel dangereuses ou préjudiciables au sein de la zone 0, un dispositif de protection contre les surtensions doit être installé. La protection contre les surtensions est requise entre chaque conducteur du câble y compris l'écran et la structure au point où le conducteur n'est pas déjà relié à cette dernière. Le dispositif de protection contre les surtensions doit être installé à l'extérieur, mais le plus proche possible de la limite de la zone 0, de préférence à une distance maximale de 1 m.

La protection contre les surtensions pour les matériels installés dans les zones 1 et 2 doit faire partie intégrante de la conception du système pour les emplacements extrêmement sensibles.

Le dispositif de protection contre les surtensions doit pouvoir détourner un courant de décharge de crête minimal de 10 kA (impulsion de 8/20 μ s selon la CEI 60060-1 pour 10 opérations). La connexion entre le dispositif de protection et la structure locale doit avoir une section minimale équivalente à 4 mm² de cuivre. Le câble entre le matériel de sécurité intrinsèque situé en zone 0 et le dispositif de protection contre les surtensions doit être installé de manière à être protégé contre la foudre. Tout dispositif de protection contre les surtensions intégré à un circuit de sécurité intrinsèque doit être correctement protégé contre les explosions pour son emplacement prévu.

L'utilisation des dispositifs de protection contre les surtensions qui assurent l'interconnexion entre le circuit et la structure par l'intermédiaire de dispositifs non linéaires tels que des tubes à décharge gazeuse et des semi-conducteurs n'est pas considérée comme ayant une influence défavorable sur la sécurité intrinsèque d'un circuit, à condition qu'en fonctionnement normal le courant circulant dans le dispositif soit inférieur à 10 μ A.

NOTE Lorsque l'essai d'isolation à une tension de 500 V est effectué dans des conditions parfaitement maîtrisées, il peut se révéler nécessaire de mettre hors tension les dispositifs de limitation de surtension afin d'éviter qu'ils n'invalident la mesure effectuée.

Il faut que les systèmes de sécurité intrinsèque utilisant des techniques de limitation de surtension soient justifiés par une analyse correctement documentée de l'effet d'une mise à la terre multiple indirecte, compte tenu des critères déterminés ci-dessus. L'évaluation du système de sécurité intrinsèque doit prendre en considération la capacité et l'inductance des dispositifs de limitation de surtension.

L'Annexe F illustre certains aspects de la conception de la protection contre les surtensions d'un système de sécurité intrinsèque.

The descriptive system document should clearly indicate which point or points of the system are intended to be connected to the plant reference potential and any special requirements of such a bond. This may be achieved by cross-references to IEC 60079-14. The point or points at which the intrinsically safe system is connected to the plant shall be determined in accordance with IEC 60079-14.

10 Protection against lightning and other electrical surges

Where a risk analysis shows that an installation is particularly susceptible to lightning or other surges, precautions shall be taken to avoid the possible hazards.

If part of an intrinsically safe circuit is installed in a zone 0 in such a way that there is a risk of developing hazardous or damaging potential differences within the zone 0, a surge protection device shall be installed. Surge protection is required between each conductor of the cable including the screen and the structure where the conductor is not already bonded to the structure. The surge protection device shall be installed outside but as near to the boundary of zone 0 as is practicable, preferably within 1 m.

Surge protection for apparatus in zones 1 and 2 shall be included in the system design for highly susceptible locations.

The surge protection device shall be capable of diverting a minimum peak discharge current of 10 kA (8/20 μ s impulse according to IEC 60060-1 for 10 operations). The connection between the protection device and the local structure shall have a minimum cross-sectional area equivalent to 4 mm² copper. The cable between the intrinsically safe apparatus in zone 0 and the surge protection device shall be installed in such a way that it is protected from lightning. Any surge protection device introduced into an intrinsically safe circuit shall be suitably explosion protected for its intended location.

The use of surge protection devices which interconnect the circuit and the structure via non-linear devices such as gas discharge tubes and semiconductors is not considered to adversely affect the intrinsic safety of a circuit, provided that in normal operation the current through the device is less than 10 μ A.

NOTE If insulation testing at 500-V is carried out under well-controlled conditions, then it may be necessary to disconnect the surge suppression devices to prevent them invalidating the measurement.

Intrinsically safe systems utilizing surge suppression techniques must be supported by an adequately documented analysis of the effect of indirect multiple earthing, taking into account the criteria set out above. The capacitance and inductance of the surge suppression devices shall be considered in the assessment of the intrinsically safe system.

Annex F illustrates some aspects of the design of surge protection of an intrinsically safe system.

11 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque

11.1 Généralités

Lorsqu'un système comprend un matériel qui n'est pas séparément conforme à la CEI 60079-11, ce système doit alors être analysé dans son ensemble. Le système doit être analysé comme s'il était un matériel. Un système de catégorie «ia» doit être analysé conformément aux critères définis en 5.2 de la CEI 60079-11. Un système de catégorie «ib» doit être analysé conformément aux critères définis en 5.3 de la CEI 60079-11. Outre les défauts internes au matériel, les défaillances internes au câblage sur site énumérées en 11.3 doivent également être prises en compte.

NOTE 1 Il est admis qu'appliquer le décompte de défauts au système dans son ensemble est moins sévère que l'application de défauts à chaque matériel; cela est néanmoins considéré comme réalisant un niveau de sécurité acceptable.

Lorsque toutes les informations nécessaires sont disponibles, il est admis d'appliquer la responsabilité du défaut au système dans son ensemble même en cas d'utilisation d'un matériel conforme à la CEI 60079-11. Il s'agit là d'une solution alternative à la comparaison directe plus habituelle des caractéristiques d'entrée et de sortie du matériel analysé ou soumis à l'essai séparément. Lorsqu'un système comprend uniquement des matériels analysés ou soumis à l'essai séparément conformes à la CEI 60079-11, la compatibilité de tous les matériels constitutifs du système doit être démontrée. Les défauts internes aux matériels ayant déjà été pris en considération, il n'est donc plus nécessaire d'en tenir compte. Lorsqu'un système comprend une source de puissance unique, les paramètres de sortie de ladite source prennent alors en compte les défaillances potentielles des câbles, et il n'est donc par conséquent plus nécessaire de prendre en considération ces défaillances. L'Annexe A comporte de plus amples détails de l'analyse de ces circuits simples.

Lorsque le matériel peut le cas échéant assurer l'interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque séparés, par exemple un thermomètre à résistance comprenant deux enroulements de résistance séparés, les circuits interconnectés doivent alors être évalués comme un seul circuit.

Lorsqu'un système comprend au moins deux sources d'alimentation linéaires, l'effet des sources de puissance combinées doit alors faire l'objet d'une analyse. L'Annexe B présente l'analyse devant être utilisée dans les combinaisons les plus courantes.

Lorsqu'un système de sécurité intrinsèque comprend au moins deux sources de puissance et qu'au moins l'une de ces sources est non linéaire, la méthode d'évaluation décrite dans l'Annexe B ne peut être utilisée. Pour ce type de système de sécurité intrinsèque, l'Annexe C explique comment effectuer l'analyse du système lorsque la combinaison comprend une source d'alimentation non linéaire unique.

NOTE 2 Lorsqu'un avis de spécialiste supplémentaire se révèle nécessaire, il convient de consulter un organisme tel qu'un organisme de certification agréé (ACB) dans le cadre du programme IECEx.

La Figure 1 illustre les principes de l'analyse d'un système.

11 Assessment of an intrinsically safe system

11.1 General

Where a system contains apparatus which does not separately conform to IEC 60079-11, then that system shall be analysed as a whole. The system shall be analysed as if it were an apparatus. A category “ia” system shall be analysed in accordance with the criteria of 5.2 of IEC 60079-11. A category “ib” system shall be analysed in accordance with the criteria of 5.3 of IEC 60079-11. In addition to the faults within the apparatus, the failures within the field wiring listed in 11.3 shall also be taken into account.

NOTE 1 It is recognized that applying faults to the system as a whole is less stringent than applying faults to each piece of apparatus; nevertheless, this is considered to achieve an acceptable level of safety.

Where all the necessary information is available, it is permissible to apply the fault count to the system as a whole even when apparatus conforming to IEC 60079-11 is being used. This is an alternative solution to the more usual straightforward comparison of input and output characteristics of the separately analysed or tested apparatus. Where a system contains only separately analysed or tested apparatus conforming to IEC 60079-11, the compatibility of all the apparatus included in the system shall be demonstrated. Faults within the apparatus have already been considered and no further consideration of these faults is necessary. Where a system contains a single source of power, then the output parameters of the power source take into account the possible cable failures, and consequently these failures do not need to be further considered. Annex A contains further details of the analysis of these simple circuits.

Where apparatus can possibly interconnect separate intrinsically safe circuits, for example, a resistance thermometer with two separate resistance windings, then the interconnected circuits shall be assessed as a single circuit.

When a system contains more than one linear source of power, then the effect of the combined sources of power shall be analysed. Annex B illustrates the analysis to be used in the most frequently occurring combinations.

If an intrinsically safe system contains more than one source of power, and one or more of these sources are non-linear, the assessment method described in Annex B cannot be used. For this kind of intrinsically safe system, Annex C explains how the system analysis can be done if the combination contains a single non-linear power supply.

NOTE 2 If further expert advice is required, it should be sought from a body such as an accepted certification body (ACB) under the IECEx scheme.

Figure 1 illustrates the principles of system analysis.

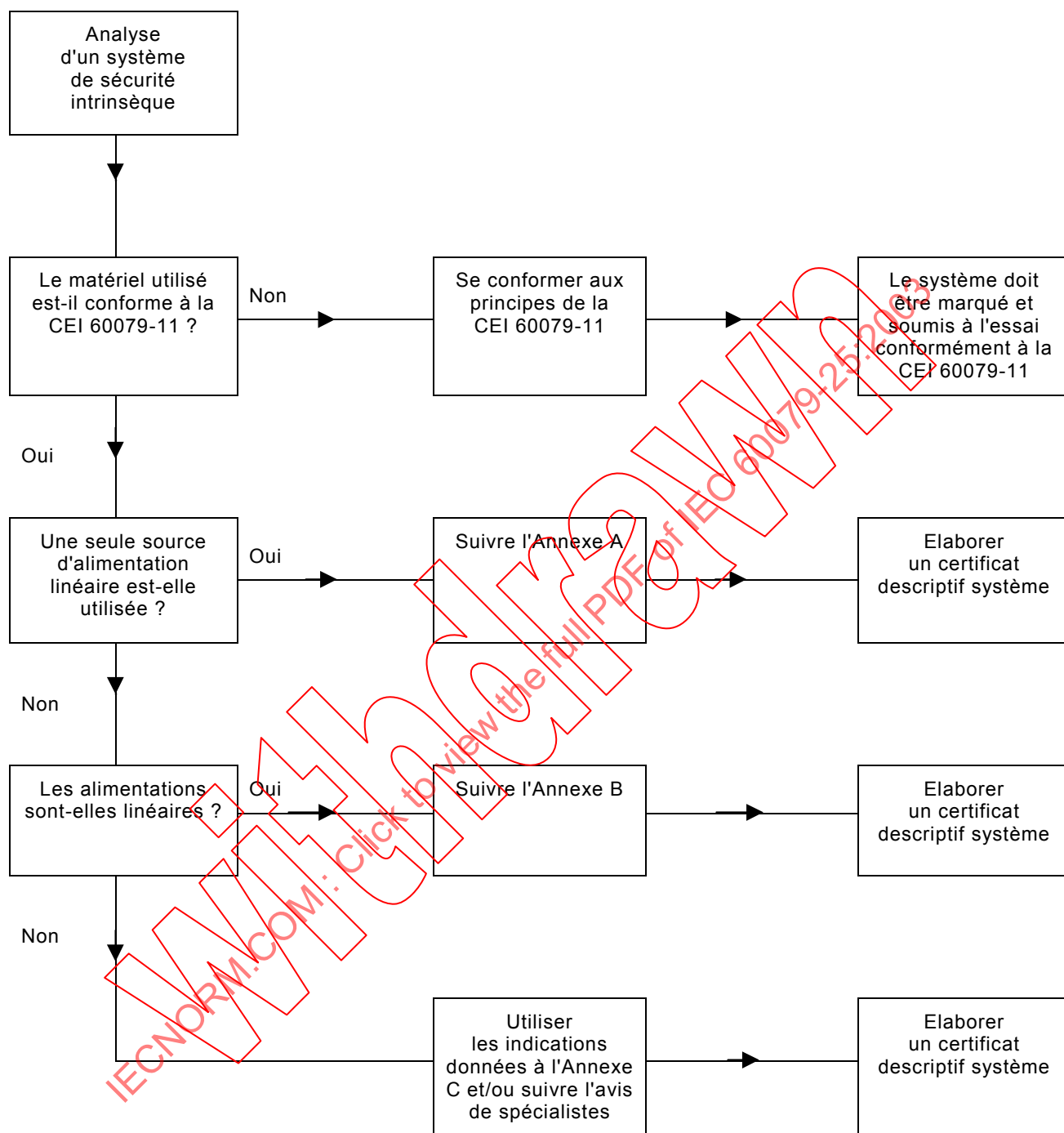


Figure 1 – Analyse des systèmes

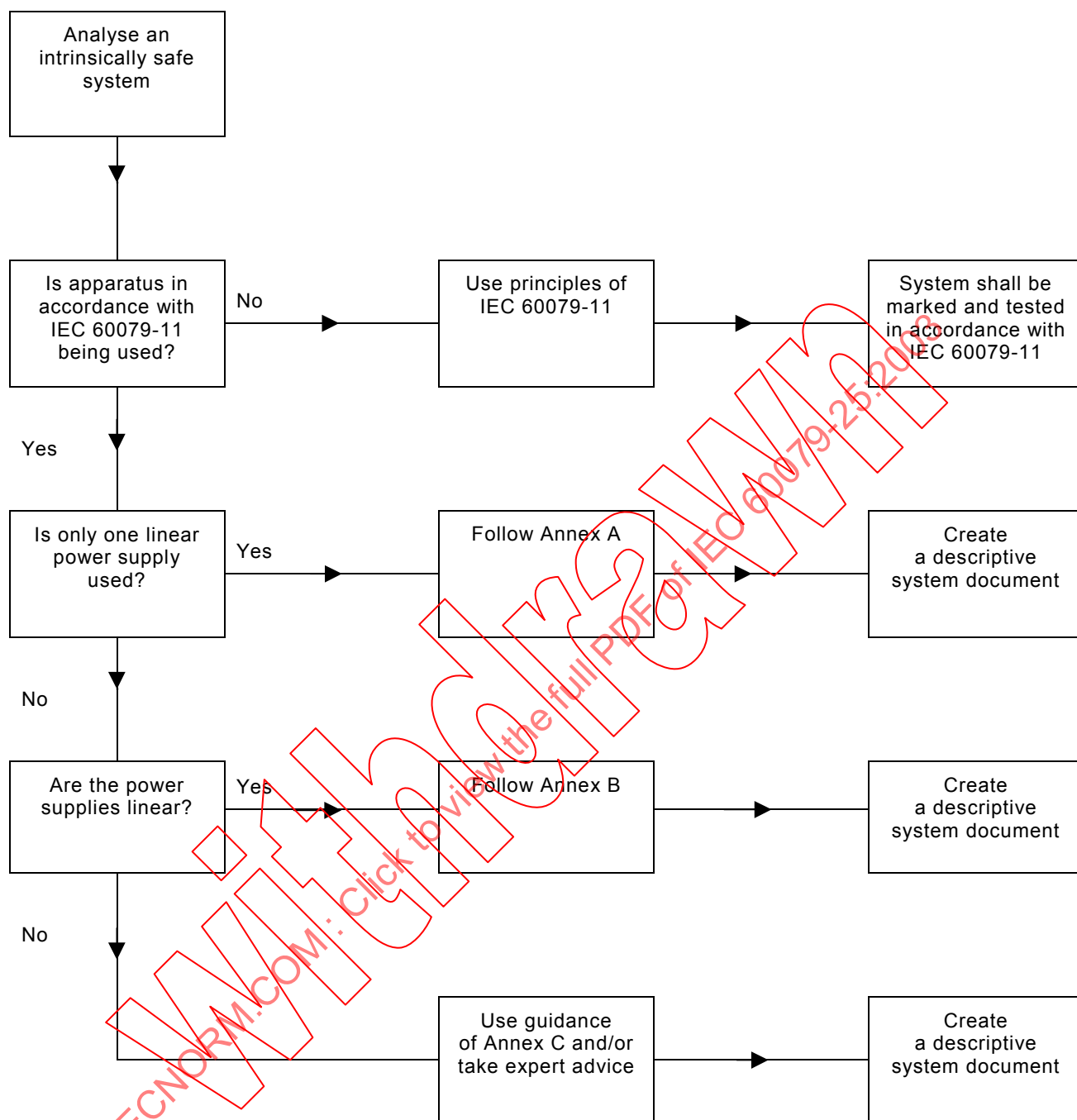


Figure 1 – Systems analysis

11.2 Analyse des circuits inductifs

Lorsque l'inductance et la résistance d'un matériel sont bien définies en vertu de sa documentation ou de sa construction, la sécurité des aspects d'induction du système doit alors être confirmée par le processus défini dans l'Annexe D.

11.3 Défaillances du câblage sur site

Lors de la conception d'un système requérant de prendre en considération la défaillance du câblage sur site, les défaillances suivantes doivent être appliquées:

- a) circuit ouvert des conducteurs du câblage sur site (quel que soit leur nombre);
- b) court-circuit entre les conducteurs du câblage sur site et les écrans (quel que soit leur nombre);
- c) défaillance de la structure ou de l'armure reliée en tout point. Pour les besoins de cette analyse, le trajet de retour à la structure ou à l'armure doit être considéré comme ayant une impédance nulle et n'entraînant aucune tension ni aucun courant dans le circuit.

Les paramètres acceptables des câbles d'interconnexion doivent être calculés à l'aide d'un coefficient de sécurité de 1,5 conformément à 10.4.2 de la CEI 60079-11.

11.4 Vérifications et essais de type

Lorsqu'il se révèle nécessaire d'effectuer des vérifications et/ou des essais de type afin de déterminer qu'un système présente une sécurité adéquate, les méthodes spécifiées à l'Article 10 de la CEI 60079-11 doivent alors être utilisées.

12 Marquage

Tous les matériels constitutifs du système doivent être facilement identifiables. Dans le cas d'un matériel simple, la disposition d'une étiquette traçable d'identification dans l'installation est acceptable.

La prescription minimale applicable veut que le certificat descriptif système soit clairement identifié. Une technique acceptable consiste à utiliser un numéro de boucle du dispositif de mesure permettant d'identifier la documentation relative à cette boucle, qui à son tour répertorie le certificat descriptif système.

Lorsqu'un système comprend des matériels évalués ou soumis à l'essai séparément conformément à la CEI 60079-11, ces matériels conservent leur marquage d'origine.

Lorsqu'un système est évalué dans son ensemble et se révèle conforme à la CEI 60079-11, chaque matériel doit alors être marqué conformément à ladite norme.

11.2 Analysis of inductive circuits

Where an apparatus has a well-defined inductance and resistance either by virtue of its documentation or construction, then the safety of the inductive aspects of the system shall be confirmed by the process defined in Annex D.

11.3 Failures in field wiring

When designing a system which requires consideration of the failure of the field wiring, then the following failures shall be applied:

- a) open circuit of any number of field wiring conductors;
- b) short circuit between any numbers of field wiring conductors and screens;
- c) failure to the bonded structure or armour at any point. For the purposes of this analysis, the return path in the structure or armour shall be considered to have zero impedance and not to introduce any voltage or current into the circuit.

The acceptable parameters of the interconnecting cables shall be calculated using a factor of safety of 1,5 in accordance with 10.4.2 of IEC 60079-11.

11.4 Type verifications and type tests

Where it is necessary to carry out type verifications and/or type tests to establish that a system is adequately safe, then the methods specified in Clause 10 of IEC 60079-11 shall be used.

12 Marking

All apparatus within the system shall be readily identifiable. In the case of 'simple apparatus', a traceable plant identification label is acceptable.

The minimum requirement is that the relevant descriptive system document shall be readily traceable. One acceptable technique is a clear instrument loop number, which identifies the loop documentation, which in turn lists the descriptive system document.

If a system contains apparatus separately assessed or tested in accordance with IEC 60079-11, such apparatus retains its original marking.

Where a system is assessed as a whole and is found to conform to IEC 60079-11, then each piece of apparatus shall be marked in accordance with that standard.

Annexe A (normative)

Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque simple

Cette analyse simple s'applique uniquement lorsque le système considéré utilise une seule source de puissance.

Le processus de détermination de l'acceptabilité du système simple, illustré par l'exemple de la Figure A.1, doit être le suivant:

a) déterminer la catégorie ou la subdivision du Groupe du système en prenant en considération les informations relatives aux deux matériels individuels certifiés. Le système adopte le plus petit dénominateur commun des deux matériels. Ainsi, si l'un des matériels relève de la catégorie «ib», le système relève alors également de la catégorie «ib». La subdivision du Groupe est déterminée par le Groupe le moins sensible IIC, IIB, IIA par ordre de sensibilité décroissante. Dans l'exemple illustré à la Figure A.1, le système relève de la catégorie Ex ia IIC. Il est admis que différentes parties constitutives du système relèvent d'une catégorisation et d'une classification différentes. Dans ce type de situation, il est recommandé que le certificat descriptif système définisse clairement les parties distinctes du circuit;

b) vérifier les paramètres de tension, de courant et de puissance comme suit:

$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

$$P_o \leq P_i$$

Lorsque la résistance d'entrée effective du matériel de sécurité intrinsèque est spécifiée, le calcul du courant d'entrée admissible peut alors inclure ce paramètre. L'exemple illustré ne présente aucun problème;

c) déterminer le classement en température du matériel de sécurité intrinsèque, qui peut dépendre des paramètres de courant ou de puissance de la source reliée;

d) la capacité maximale admissible des câbles [C_c] est la capacité admissible de la source de puissance [C_o] moins la capacité d'entrée effective du matériel de sécurité intrinsèque [C_i] à savoir $C_c = C_o - C_i$;

e) l'inductance maximale admissible des câbles [L_c] est l'inductance admissible de la source de puissance [L_o] moins l'inductance d'entrée effective du matériel de sécurité intrinsèque [L_i] à savoir $L_c = L_o - L_i$;

f) lorsque l'alimentation est une source linéaire limitée par résistance, le rapport L_c/R_c admissible est alors déterminé conformément à l'Annexe D.

Certaines sources de puissance peuvent être bidirectionnelles, par exemple des barrières de sécurité à diodes parallèle (shunt) destinées à des signaux de courant alternatif. Dans ce type de situations, l'effet des deux sorties de polarité doit être pris en considération.

Annex A (normative)

Assessment of a simple intrinsically safe system

This simple analysis is only applicable when the system considered uses only one source of power.

The process of determining the acceptability of the simple system, which is illustrated by the example of Figure A.1, shall be as follows:

a) determine the category or group subdivision of the system by consideration of the information for the two individual pieces of certified apparatus. The system adopts the lowest common denominator of the two pieces of apparatus. Hence, if either piece of apparatus is “ib”, then the system is “ib”. The group subdivision is determined by the least sensitive group IIC, IIB, IIA in order of decreasing sensitivity. In the example illustrated by Figure A.1 the system becomes Ex ia IIC. It is permitted for different parts in the system to have different categorization and classification. In these circumstances, the descriptive system document should clearly define the separate parts of the circuit;

b) check the voltage, current and power parameters as follows:

$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

$$P_o \leq P_i$$

Where the effective input resistance of the intrinsically safe apparatus is specified, then the calculation of the permitted input current may include this parameter. In the example illustrated there is no problem.

c) determine the temperature classification of the intrinsically safe apparatus, which may depend on the current or power parameters of the connected source;

d) the maximum permitted cable capacitance $[C_c]$ is the permitted capacitance for the source of power $[C_o]$ less the effective input capacitance of the intrinsically safe apparatus $[C_i]$ that is $C_c = C_o - C_i$;

e) the maximum permitted cable inductance $[L_c]$ is the permitted inductance for the source of power $[L_o]$ less the effective input inductance of the intrinsically safe apparatus $[L_i]$ that is $L_c = L_o - L_i$;

f) where the power supply is a resistance limited linear source, then the permissible L_c/R_c ratio is determined in accordance with Annex D.

Some sources of power can be bi-directional, for example, shunt diode safety barriers intended for alternating current signals. In these circumstances, the effect of both polarity outputs shall be considered.

EMPLACEMENT DANGEREUX

EMPLACEMENT NON DANGEREUX

Matériel de sécurité intrinsèque

Système

Matériel associé

Ex ia IIC T4		Ex ia IIC		[Ex ia] IIC	
U_i	30 V			U_o	28 V
I_i	120 mA			I_o	93 mA
P_i	1,2 W			P_o	0,65 W
L_i	10 μ H	Paramètres des câbles		L_o	3 mH
C_i	1 nF	L_c	3 mH	L_c/R_c	54 μ H/ Ω
		L_c/R_c	54 μ H/ Ω	C_o	83 nF
		C_c	82 nF		

IEC 1951/03

Figure A.1 – Interconnexion d'un matériel de sécurité intrinsèque avec un matériel associé



IEC 1951/03

Figure A.1 – Interconnection of intrinsically safe apparatus with associated apparatus

Annexe B (normative)

Evaluation des circuits comportant au moins deux sources de puissance

Cette analyse s'applique uniquement lorsque les sources de puissance prises en considération utilisent un courant de sortie limité résistif linéaire. Elle ne s'applique pas aux sources de puissance utilisant d'autres formes de limitation de courant.

L'Annexe B de la CEI 60079-14 comprend une procédure simplifiée donnant des résultats conservateurs qui assurent une installation en toute sécurité, et qu'il est admis d'utiliser comme alternative à la présente annexe.

Lorsqu'il existe au moins deux sources de puissance et lorsque les interconnexions sont effectuées dans des conditions maîtrisées de manière à assurer une séparation et une stabilité mécanique adéquates conformément à la CEI 60079-11, la défaillance des interconnexions se présente alors sous la forme d'un circuit ouvert ou d'un court-circuit, mais pas au point d'inverser les connexions ou de modifier une connexion série en connexion parallèle ou vice versa. Les interconnexions à l'intérieur d'une bale ou d'un panneau monté(e) en un emplacement présentant une maîtrise de la qualité et des installations d'essai appropriées constituent un exemple du degré d'intégrité requis.

La Figure B.1 illustre la combinaison série habituelle. Cette combinaison série donne la tension de circuit U_o ouvert $U_1 + U_2$ mais la possibilité d'une tension égale à $U_1 - U_2$ n'est pas prise en considération. En ce qui concerne la sécurité du système, trois tensions U_1 , U_2 et $U_o = U_1 + U_2$ sont prises en considération ainsi que leurs courants correspondants I_1 et I_2 et le courant combiné.

$$I_o = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2}$$

Chacun des trois circuits équivalents doit faire l'objet d'une évaluation de sécurité en utilisant le Tableau A.1 de la CEI 60079-11. Il est nécessaire de déterminer la valeur de L_o , L_o/R_o et C_o pour chaque circuit, ainsi que la valeur la plus défavorable utilisée associée à son circuit équivalent approprié.

Un coefficient de sécurité de 1,5 doit être utilisé pour déterminer ces valeurs dans tous les cas.

NOTE Lorsque les deux tensions s'additionnent, le circuit combiné détermine la valeur capacitive. L'inductance et le rapport L_o/R_o peuvent toutefois être déterminés par l'un des circuits séparés pris isolément. L'inductance minimale ne correspond pas toujours au courant de circuit maximal et le rapport L_o/R_o minimal peut ne pas correspondre à l'inductance minimale.

Il convient de déterminer la puissance adaptée disponible de chacun des circuits équivalents. La puissance adaptée du circuit combiné est la somme de la puissance disponible de chaque circuit uniquement lorsque les sources (utilisées) ont le même courant de sortie.

Lorsque les sources de puissance sont connectées en parallèle tel que représenté à la Figure B.2, les trois courants I_1 , I_2 et $I_o = I_1 + I_2$ doivent être pris en considération avec leurs tensions correspondantes U_1 , U_2 et

$$U_o = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

Annex B (normative)

Assessment of circuits with more than one source of power

This analysis is only applicable when the power sources considered use a linear resistive limited output. It is not applicable to power sources using other forms of current limitation.

IEC 60079-14, Annex B, contains a simplified procedure, which gives conservative results, which ensure a safe installation and may be used as an alternative to this annex.

Where there is more than one source of power and the interconnections are made under controlled conditions so as to provide adequate segregation and mechanical stability in accordance with IEC 60079-11, then the interconnections are considered to fail to open and short circuit but not so as to reverse the connections or to change a series into a parallel connection or a parallel connection into a series one. Interconnections made within a rack or panel constructed in a location with adequate quality control and test facilities are an example of the degree of integrity required.

Figure B.1 illustrates the usual series combination. This series situation results in the open circuit voltage U_o being $U_1 + U_2$ but the possibility of the voltage being $U_1 - U_2$ is not considered. In considering the safety of the system, three voltages U_1 , U_2 and $U_o = U_1 + U_2$ are considered together with their corresponding currents I_1 and I_2 and the combined.

$$I_o = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2}$$

Each of the three equivalent circuits has to be assessed for safety using Table A.1 of IEC 60079-11. The value of L_o , I_o/R_o and C_o must then be established for each circuit and the most onerous value used together with its relevant equivalent circuit.

A factor of safety 1,5 shall be used in determining these values in all circumstances.

NOTE Where the two voltages add, the combined circuit will decide the capacitive figure. However, the inductance and the L_o/R_o ratio may be determined by one of the separate circuits being considered on its own. The minimum inductance does not always coincide with the maximum circuit current and the minimum L_o/R_o ratio may not be coincident with the minimum inductance.

The matched power available from each of the equivalent circuits should be determined. The matched power of the combined circuit is the sum of the power available from each circuit only when the sources have the same output current.

When the sources of power are connected in parallel as in Figure B.2, then the three currents I_1 , I_2 and $I_o = I_1 + I_2$ have to be considered with their corresponding voltages U_1 , U_2 and

$$U_o = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

Chacun des trois circuits équivalents doit faire l'objet d'une évaluation de sécurité en utilisant le Tableau A.1 de la CEI 60079-11. Les valeurs L_0 , L_0/R_0 et C_0 doivent être déterminées pour chaque circuit ainsi que la valeur la plus défavorable utilisée associée à son circuit équivalent approprié. Il faut déterminer également la puissance adaptée disponible de chacun des trois circuits équivalents. La puissance adaptée du circuit combiné est la somme de la puissance disponible de chaque circuit uniquement lorsque les sources ont la même tension de sortie.

Lorsque deux sources de puissance sont reliées au même circuit de sécurité intrinsèque et lorsque leurs interconnexions ne sont pas correctement définies par des interconnexions fiables tel qu'illustré à la Figure B.3, il est alors possible que les sources de puissance soient reliées à la fois en série et en parallèle. Dans ce type de situations, tous les circuits équivalents potentiels doivent faire l'objet d'une évaluation, en observant les deux procédures déterminées. Les paramètres de sortie les plus défavorables et les circuits équivalents doivent être utilisés pour déterminer l'intégrité du système de sécurité intrinsèque.

Le matériel situé dans un emplacement dangereux peut comporter une source de puissance faisant que les paramètres de sortie dudit matériel sont significatifs, par exemple ceux d'accumulateurs internes. Lorsque tel est le cas, l'analyse du système doit inclure la combinaison de cette source de puissance avec toute source de puissance du matériel associé. Une analyse de cette nature doit généralement comprendre l'inversion de l'interconnexion du fait de la défaillance potentielle du câblage sur site.

Une fois les circuits équivalents représentatifs déterminés, ces derniers peuvent alors être utilisés comme s'il n'existait qu'une seule source de puissance et la procédure, ayant déjà fait l'objet de l'Annexe A, peut être utilisée pour déterminer si la sécurité du système dans son ensemble est acceptable.

Lorsqu'au moins deux sources de puissance avec des tensions de sortie différentes sont interconnectées, le courant résultant qui circule peut alors entraîner une dissipation supplémentaire au niveau des circuits de régulation. Lorsque les circuits sont soumis à un courant limite résistif classique, la dissipation supplémentaire n'est pas considérée comme préjudiciable à la sécurité intrinsèque.

Each of the three equivalent circuits has to be assessed for safety using Table A.1 of IEC 60079-11. The values L_o , L_o/R_o and C_o have to be established for each circuit and the most onerous value used together with its relevant equivalent circuit. The matched power available from each of the three equivalent circuits must also be established. The matched power of the combined circuit is the sum of the power available from each circuit only when the sources have the same output voltage.

Where two sources of power are connected to the same intrinsically safe circuit and their interconnections are not well defined by reliable interconnections as illustrated in Figure B.3, then there is a possibility that the sources of power can be connected in both series and parallel. In these circumstances, all the possible equivalent circuits have to be evaluated, following both the procedures set out. The most onerous output parameters and equivalent circuits have to be utilized in establishing the integrity of the intrinsically safe system.

The hazardous area apparatus may contain a source of power, which results in the apparatus having significant output parameters, for example from internal batteries. When this occurs, the analysis of the system shall include the combination of this source of power with any source of power in the associated apparatus. Such an analysis shall normally include the reversal of the interconnection because of the possible failure of the field wiring.

Having established the representative equivalent circuits, then these circuits can be used as if there was a single source of power, and the procedure already discussed in Annex A can be used to establish whether the system as a whole is acceptably safe.

When two or more sources of power with different output voltages are interconnected then the resultant circulating current can cause additional dissipation in the regulating circuits. Where the circuits have conventional resistive current limiting, then the additional dissipation is not considered to adversely affect intrinsic safety.

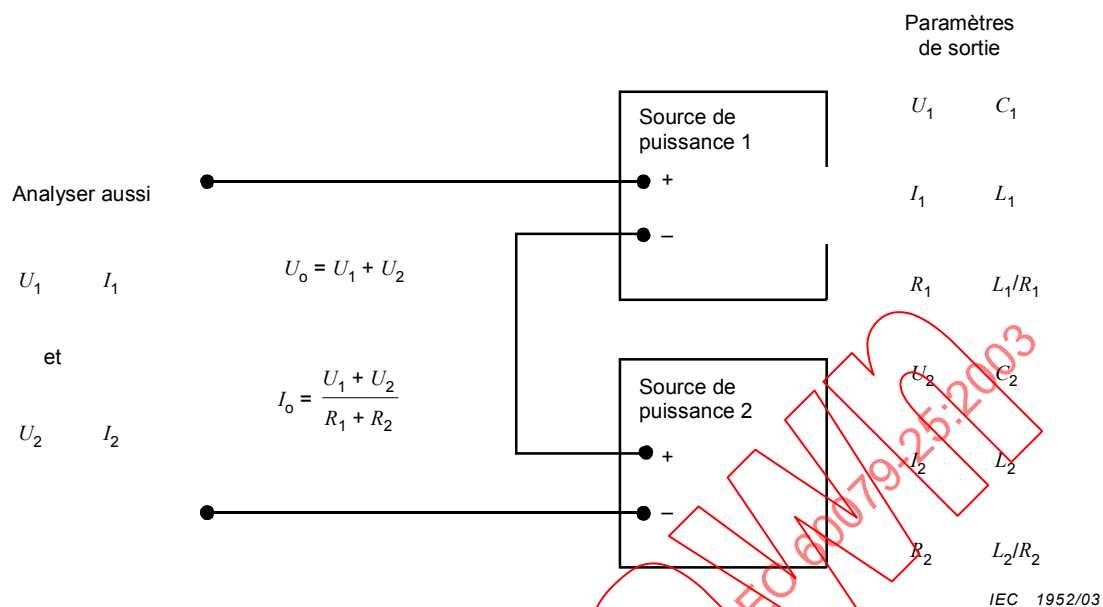


Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série

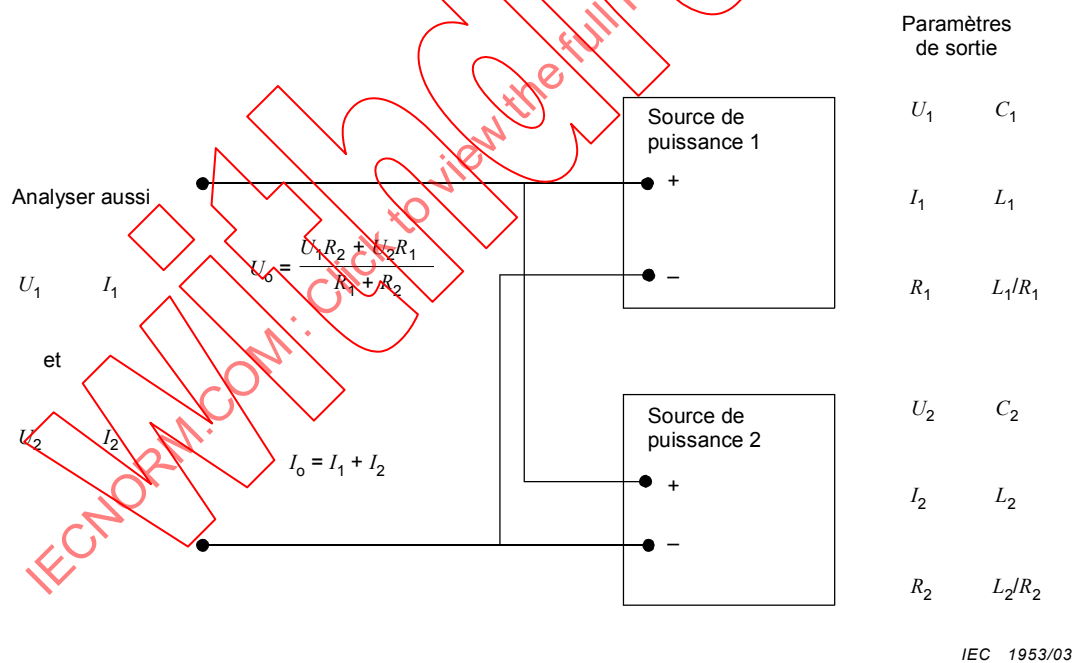


Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle

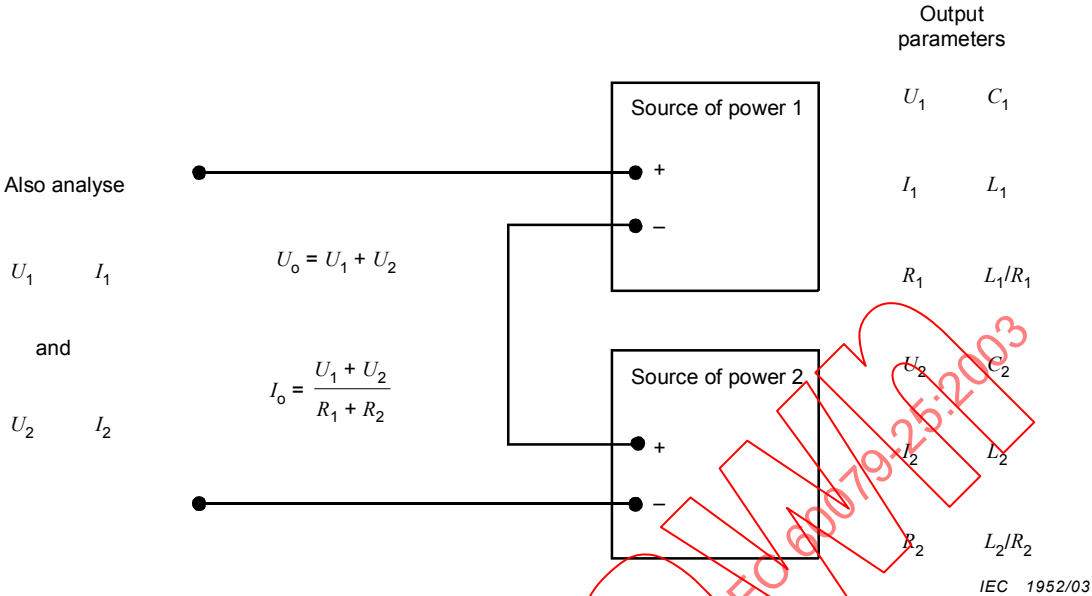


Figure B.1 – Sources of power connected in series

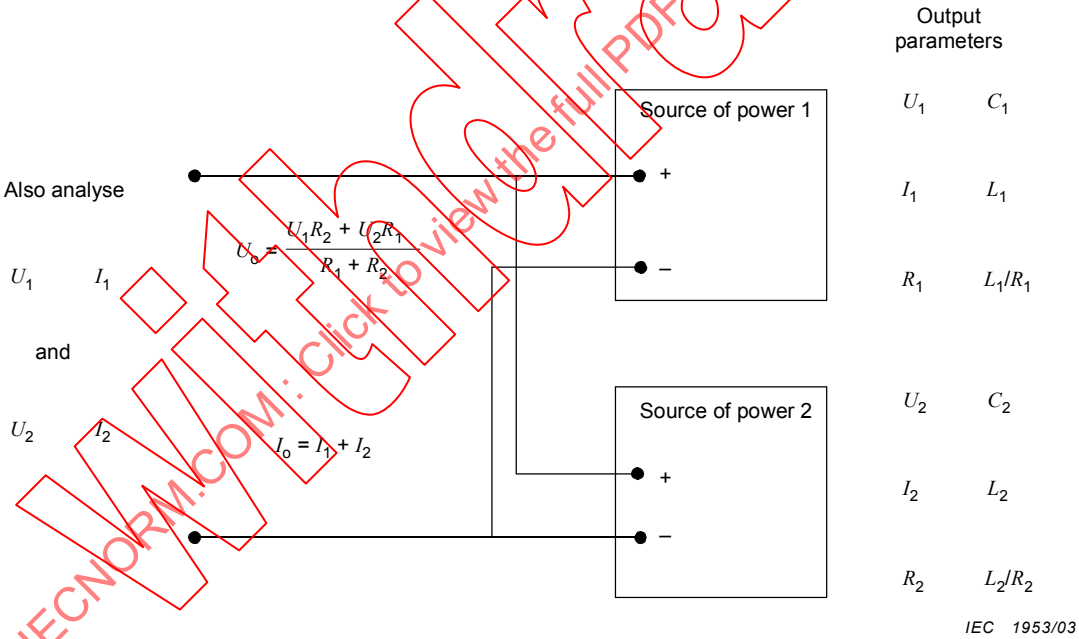
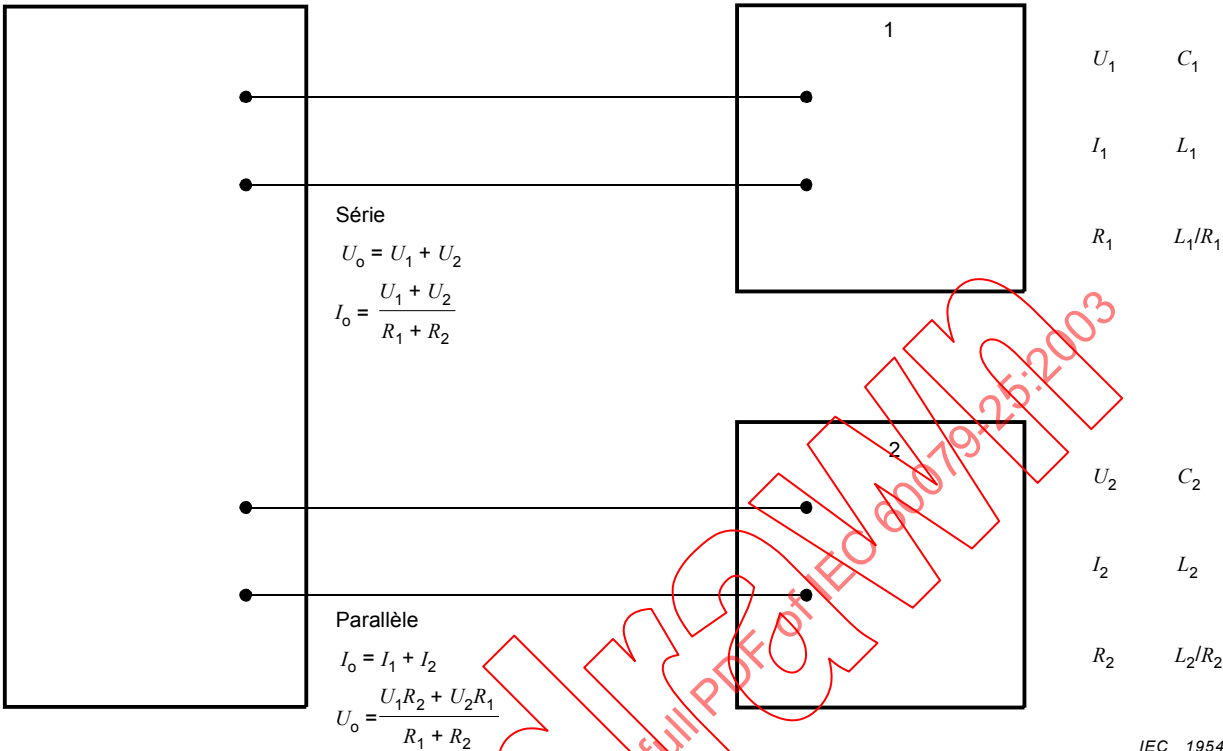


Figure B.2 – Sources of power connected in parallel

EMPLACEMENT DANGEREUX
Matériel de sécurité intrinsèque

EMPLACEMENT NON DANGEREUX
Matériel associé



IEC 1954/03

Légende

- 1 source de puissance 1
- 2 source de puissance 2

Figure B.3 – Sources de puissance volontairement non connectées

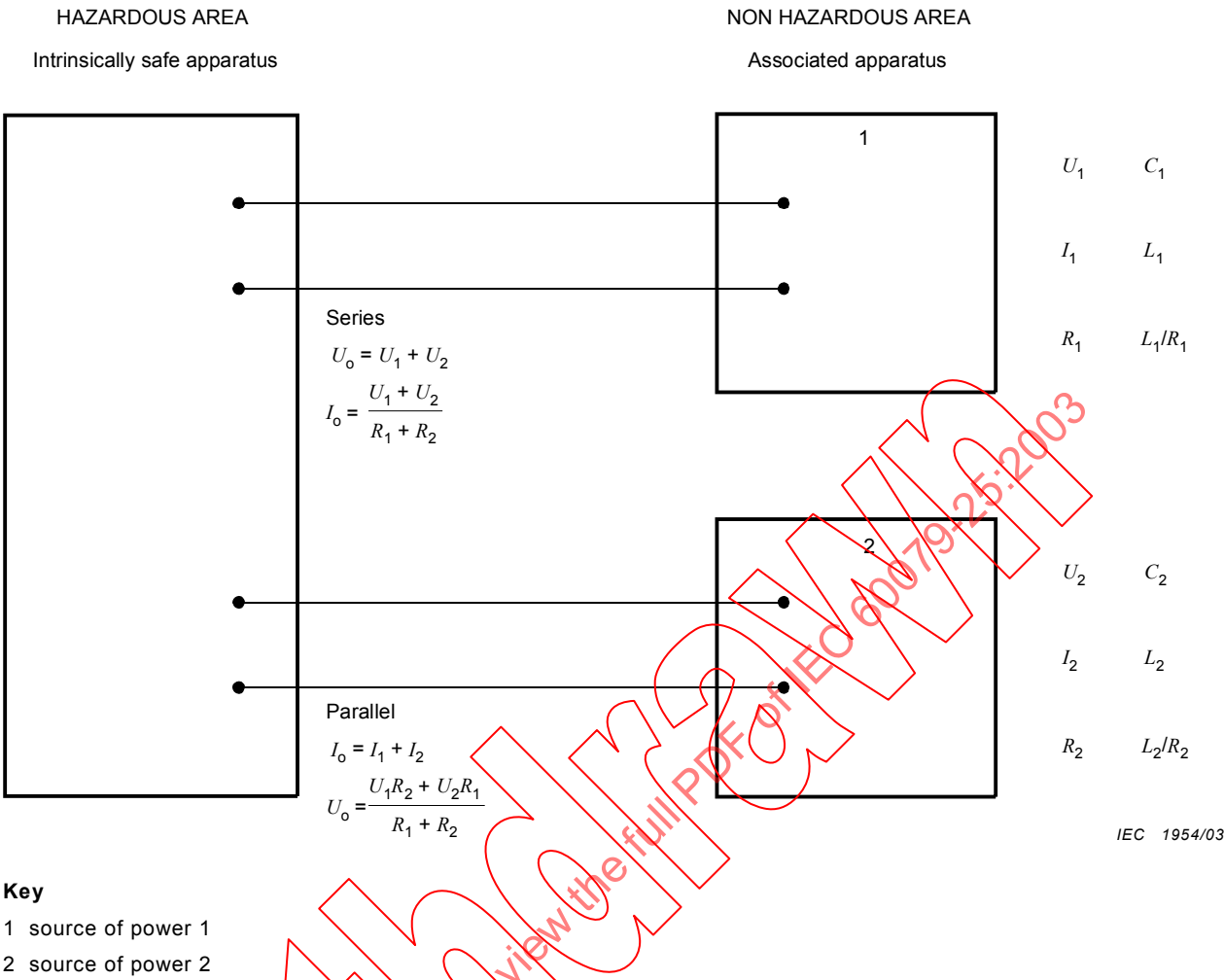


Figure B.3 – Sources of power not deliberately connected

Annexe C (informative)

Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque linéaires et non linéaires

Ce sujet fait l'objet d'une attention toute particulière permanente depuis quelque temps. Le présent document, qui exprime le point de vue arrêté d'un laboratoire d'essai éminent, a été soumis à une révision approfondie. Il reflète les meilleures connaissances actuelles en la matière et son utilisation permettra d'élargir l'expérience pratique acquise.

La conception et l'application de sources d'alimentation non linéaires requièrent des connaissances spécialisées et un accès aux installations d'essai appropriées. Lorsqu'un laboratoire d'essai agréé s'est assuré de la sécurité appropriée d'une source de puissance particulière, il est alors admis de concevoir un système conformément à la présente norme. Les conditions particulières relatives à un système de cette nature doivent être clairement indiquées dans la documentation d'accompagnement.

Lorsqu'il est procédé à une analyse de sécurité d'une combinaison de sources d'alimentation utilisant des sorties non linéaires, l'interaction des deux circuits peut alors entraîner une augmentation considérable de la dissipation au niveau des composants des circuits de régulation. Il faut que ce facteur soit pris en compte. Il est recommandé de n'avoir qu'une seule source d'alimentation comprenant des semi-conducteurs de régulation combinés à des sources linéaires et/ou trapézoïdales.

C.1 Introduction

Les règles d'installation définies dans la CEI 60079-14 permettent à l'opérateur qui contrôle un emplacement dangereux de combiner plusieurs circuits de sécurité intrinsèque par interconnexion. Cela inclut également le cas où plusieurs matériels associés (c'est-à-dire actifs en fonctionnement normal ou uniquement dans des conditions de défaut) sont concernés (voir 12.2.5.2 de la CEI 60079-14). Lorsque tel est le cas, il n'est pas nécessaire de recourir à un laboratoire d'essais ou à un ingénieur agréé s'il est procédé à la vérification calculée ou pratique fondée sur un essai de la sécurité intrinsèque de l'interconnexion.

La vérification pratique fondée sur un essai doit être effectuée en utilisant l'éclateur conforme à la CEI 60079-11, en prenant en considération le coefficient de sécurité du matériel électrique combiné. Dans ce cas, certaines conditions de défaut entraînant les conditions d'inflammation les plus défavorables – méthode du cas le plus défavorable – doivent être prises en compte. Cette méthode de vérification rencontre souvent des difficultés pratiques et est généralement réservée aux laboratoires d'essai.

Il peut être procédé aisément à une évaluation par calcul de l'interconnexion au moins pour les circuits résistifs, lorsque les sources électriques considérées ont une résistance interne linéaire telle qu'indiquée à la Figure C.1a). Dans ce cas, les courbes de limite d'inflammation définies dans la CEI 60079-11 s'appliquent et la méthode décrite dans la CEI 60079-14, Annexe A, ou aux Figures C.7 et C.8 du présent document peut être utilisée.

Annex C (informative)

Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits

This subject has been under active consideration for some considerable time and is still developing. This document is the considered opinion of a major test house and has been extensively reviewed. It is the best knowledge currently available and is included so that wider experience of its use can be obtained.

The design and application of non-linear power supplies does require specialist knowledge and access to appropriate test facilities. Where an authorized test house has satisfied itself that a particular source of power is adequately safe then it is permissible to design a system in accordance with this standard. Any particular conditions relating to such a system shall be clearly stated in the accompanying documentation.

Where a safety analysis of a combination of power supplies using non-linear outputs is carried out then the interaction of the two circuits may cause a considerable increase in the dissipation in the regulating circuit components. This factor must be taken into account. It is recommended to have only one power supply containing regulating semiconductors combined with linear and/or trapezoidal sources.

C.1 Introduction

The installation rules in IEC 60079-14 permit the operator in control of a hazardous area to combine several intrinsically safe circuits by interconnection. This also includes the case where several 'associated apparatus' (that is, active in normal operation or only under fault conditions) are involved (see 12.2.5.2 of IEC 60079-14). Where this is done, it is not required to involve a testing station or an authorized engineer if a calculated or test-based proof of the intrinsic safety of the interconnection is carried out.

The test-based proof shall be performed using the standard spark test apparatus according to IEC 60079-11 considering the safety factor of the combined electrical apparatus. In this case, certain fault conditions leading to the most unfavourable ignition conditions – the 'worst case' approach – shall be taken into account. Thus this method of proof often meets with difficulties in practice and is usually reserved for testing stations.

An assessment by calculation of the interconnection can be carried out easily at least for resistive circuits, if the electrical sources involved have a linear internal resistance as shown in Figure C.1a). In this case, the ignition limit curves in IEC 60079-11 apply and the method described in IEC 60079-14, Annex A, or in Figure C.7 and Figure C.8 of this document can be used.

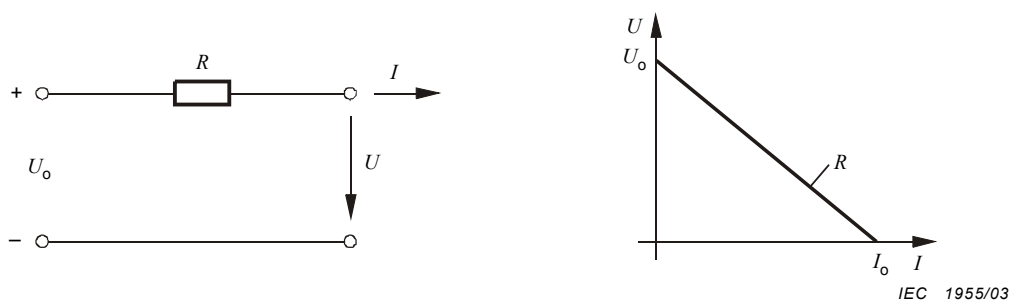


Figure C.1 a) – Caractéristiques linéaires

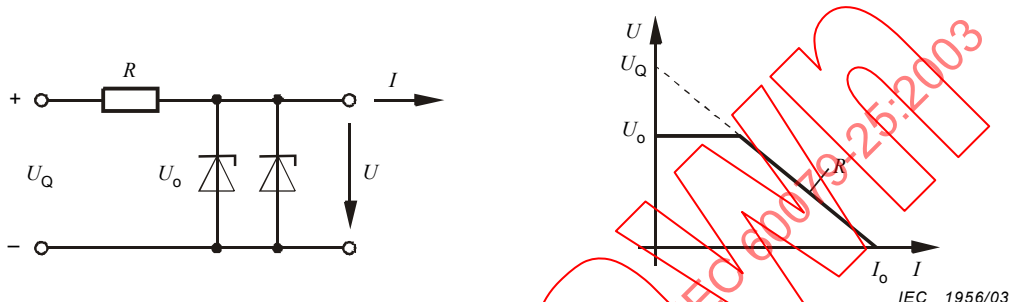


Figure C.1 b) – Caractéristiques trapézoïdales

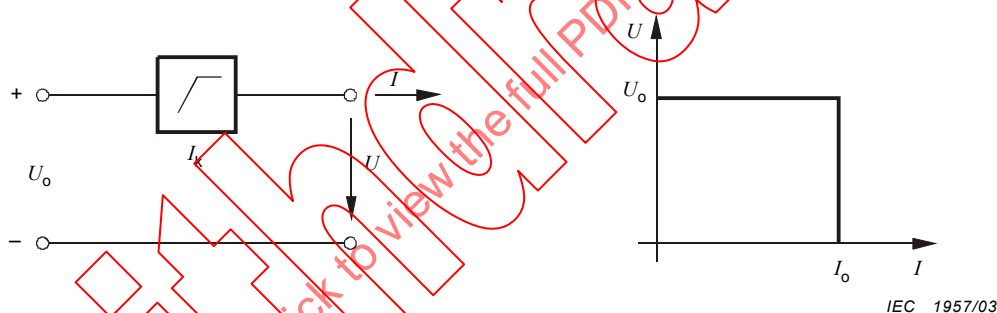


Figure C.1 c) – Caractéristiques rectangulaires

Figure C.1 – Caractéristique des circuits et sorties équivalents des circuits résistifs

La première étape consiste à évaluer les nouvelles valeurs maximales de tension et de courant issues de la combinaison des matériels associés. Lorsque les matériels associés sont combinés tel que représenté à la Figure C.2a), il s'agit d'une connexion série. Les valeurs maximales de tension à circuit ouvert, U_o , des sous-ensembles individuels sont additionnées et la valeur maximale des courants de court-circuit, I_o , des sous-ensembles est prise en compte. Un dispositif tel que celui représenté à la Figure C.2c) comporte une connexion parallèle. Les courants de court-circuit sont additionnés tandis que la plus grande valeur de la tension à circuit ouvert est prise en compte.

Lorsque la disposition du matériel n'est pas clairement définie eu égard à la polarité (tel que dans le cas illustré à la Figure C.2e)), il peut alors être fait appel à une connexion série ou parallèle en fonction de la condition de défaut prise en considération. Dans ce cas, il faut supposer une addition en tension et une addition en courant pour les deux types de connexion, séparément toutefois. Les valeurs les plus sévères doivent être prises comme base de référence.

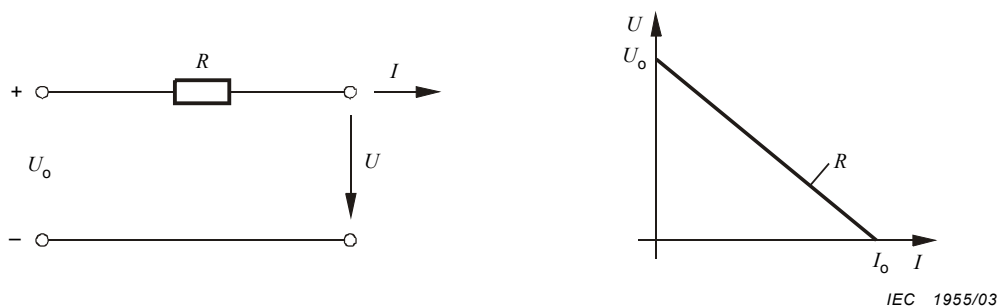


Figure C.1a) – Linear characteristics

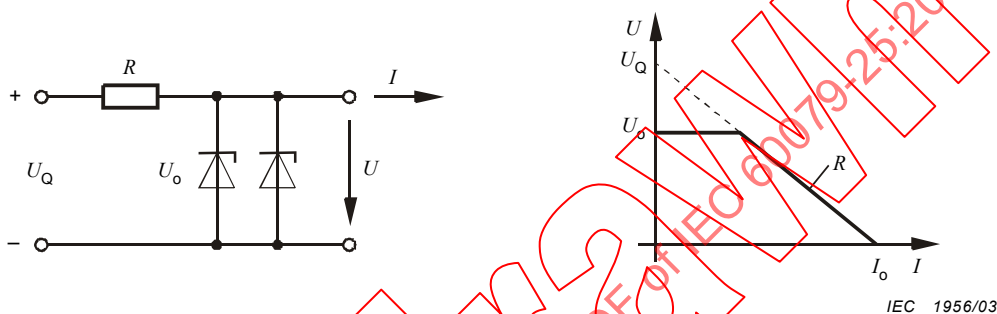


Figure C.1b) – Trapezoidal characteristics

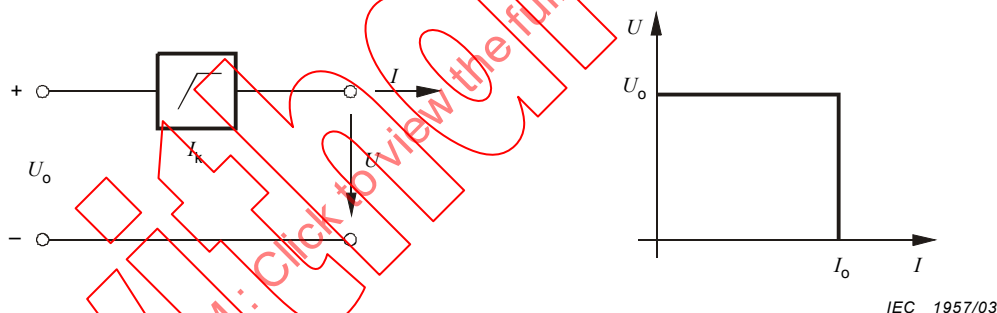
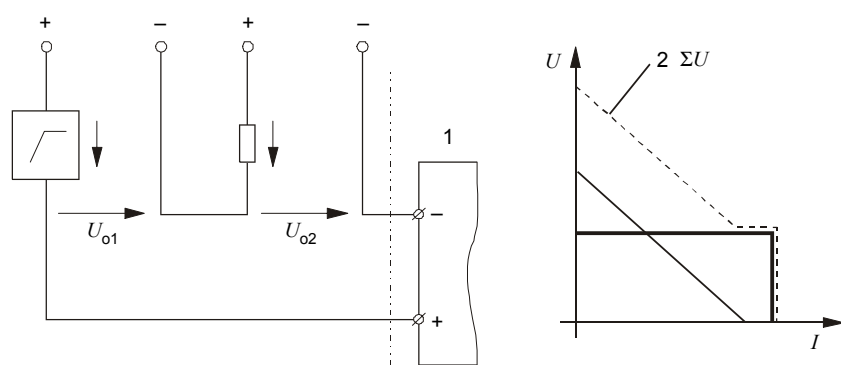


Figure C.1c) – Rectangular characteristics

Figure C.1 – Equivalent circuit and output characteristic of resistive circuits

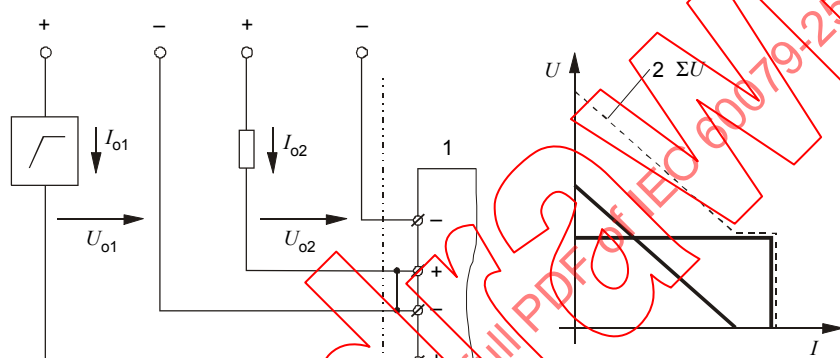
The first step is to evaluate the new maximum values of voltage and current resulting from combining the associated apparatus. If the associated apparatus are combined as shown in Figure C.2a), there is a series connection. The maximum open-circuit voltage values, U_o , of the individual sub-assemblies are added and the maximum value of the short-circuit currents, I_o , of the sub-assemblies is taken. In an arrangement like that in Figure C.2c), there is a parallel connection. The short-circuit currents are added while the greatest value of the open-circuit voltage is taken.

If the arrangement of the apparatus is not clearly defined with respect to the polarity (as in Figure C.2e)), then there may be a series or parallel connection depending on the fault condition considered. In this case, voltage addition and current addition must be assumed for both, but separately. The most unfavourable values have to be taken as a basis.



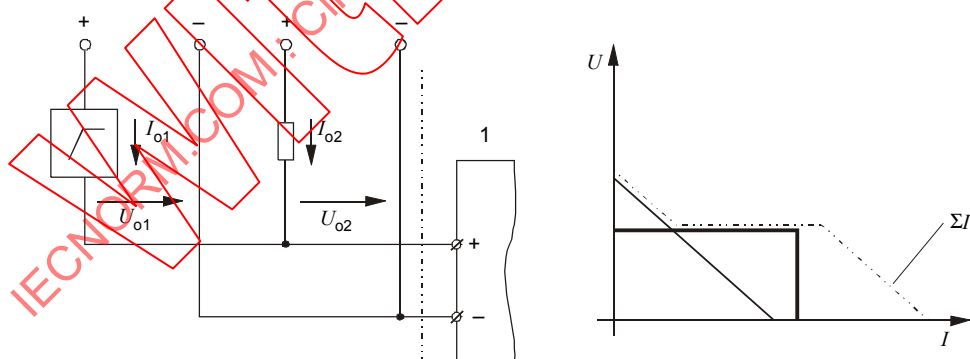
IEC 1958/03

Figure C.2 a) – Connexion série avec addition en tension



IEC 1959/03

Figure C.2 b) – Connexion série avec addition en tension et addition éventuelle en courant



IEC 1960/03

Figure C.2 c) – Connexion parallèle avec addition en courant

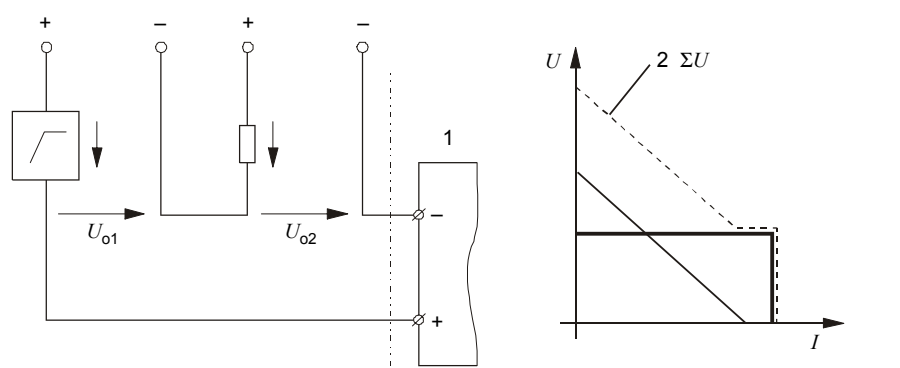
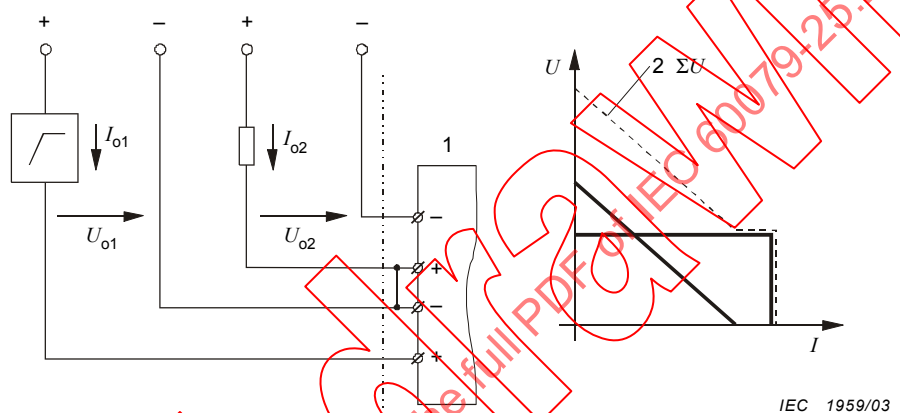


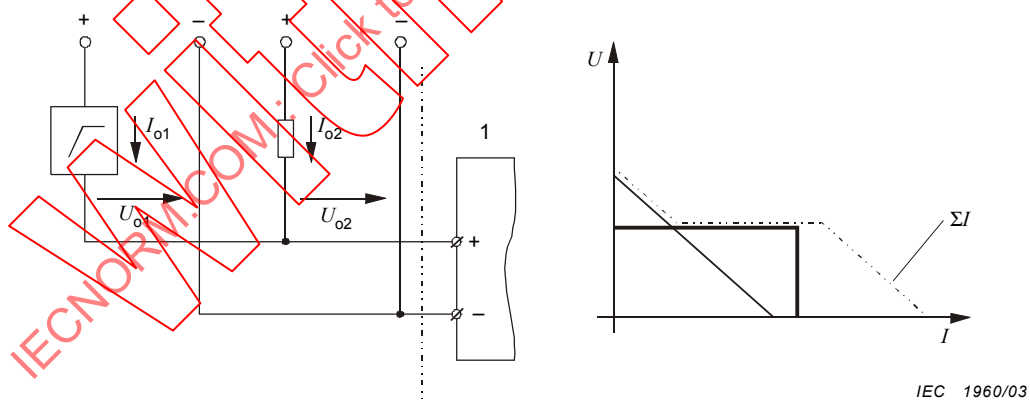
Figure C.2a) – Series connection with voltage addition

IEC 1958/03



IEC 1959/03

Figure C.2b) – Series connection with voltage addition and possibly current addition



IEC 1960/03

Figure C.2c) – Parallel connection with current addition

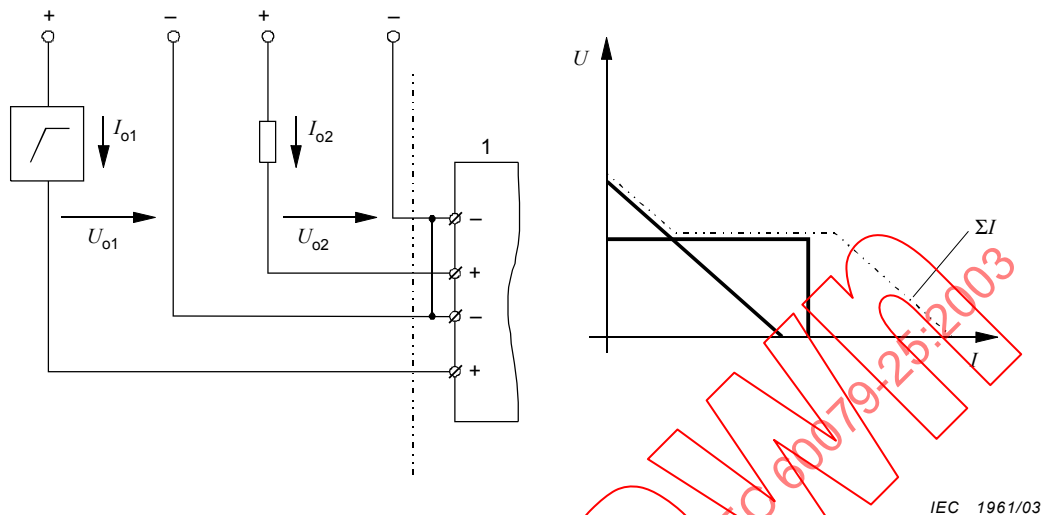


Figure C.2 d) – Connexion parallèle avec addition en courant et addition éventuelle en tension

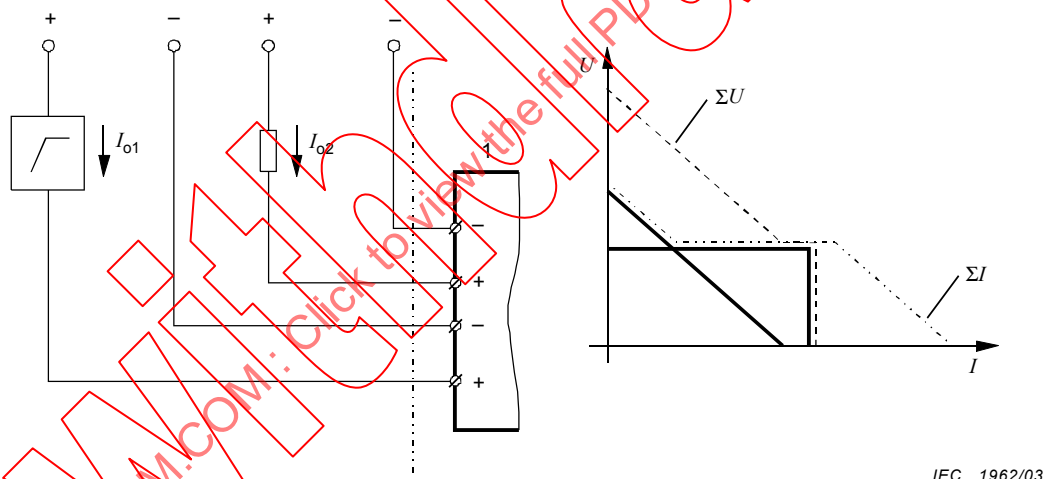


Figure C.2 e) – Connexion série ou parallèle avec addition en courant et en tension

Figure C.2 – Addition en courant et/ou tension pour interconnexions

Après détermination des nouvelles valeurs maximales de courant et de tension, la sécurité intrinsèque du circuit combiné doit être vérifiée à l'aide des courbes de limite d'inflammation données dans la CEI 60079-11, en tenant compte du coefficient de sécurité applicable au circuit de résistance, et les nouvelles valeurs maximales admissibles de l'inductance L_o et de la capacité externes C_o doivent être également déterminées. La procédure présentée dans la CEI 60079-14, Annexe A, révèle toutefois une lacune à ce niveau, due aux éléments suivants:

- les inductances maximales admissibles sont valables uniquement pour une tension maximale de 24 V;
- l'existence de l'inductance et de la capacité n'est pas prise en compte.

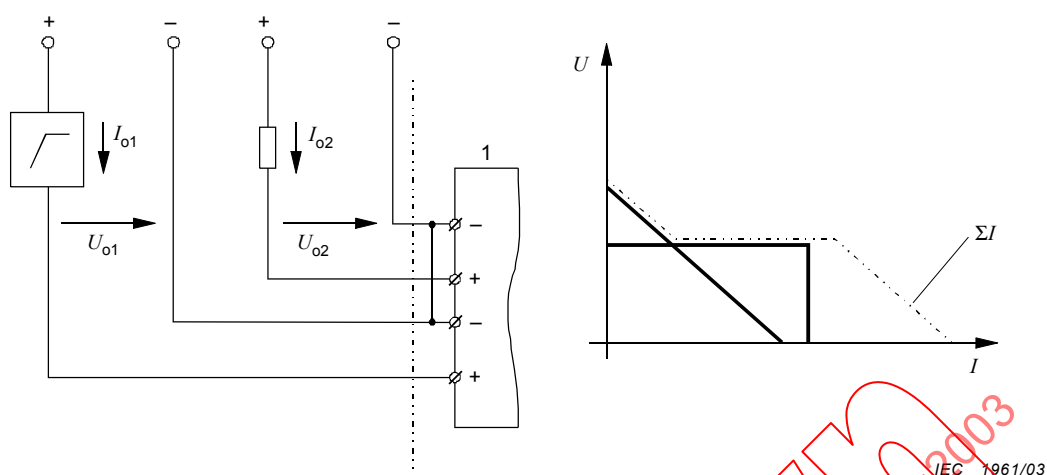


Figure C.2d) – Parallel connection with current and possibly voltage addition

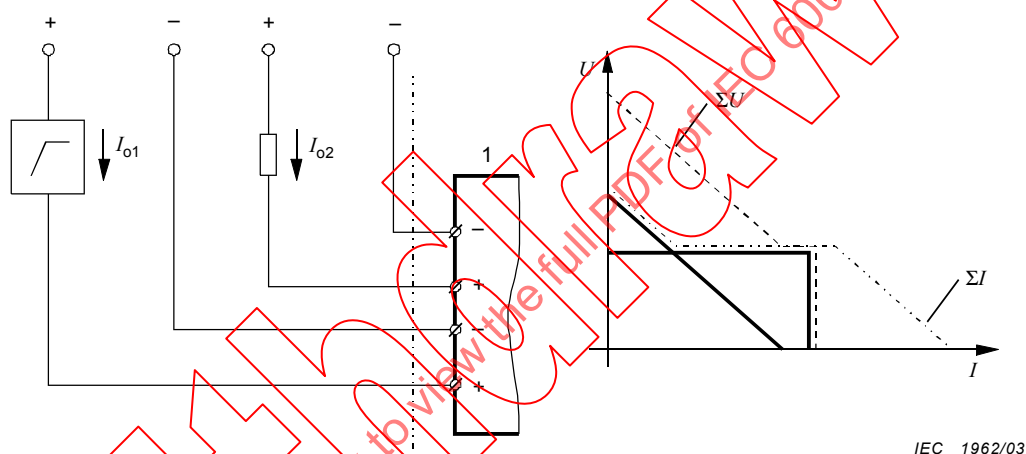


Figure C.2e) – Series or parallel connection with current and voltage addition

Figure C.2 – Current and/or voltage addition for interconnections

After determining the new maximum values of current and voltage, the intrinsic safety of the combined circuit shall be checked by means of the ignition limit curves given in IEC 60079-11, taking account of the safety factor for the resistive circuit, and the new maximum permissible values of external inductance L_o and capacitance C_o shall be determined. Here, however, the procedure introduced in IEC 60079-14, Annex A, shows a weakness, caused by the following:

- the maximum permissible inductances are valid only for a maximum voltage of 24 V;
- the occurrence of both inductance and capacitance is not taken into account.

Dans le cas d'un fonctionnement sur la base de tensions à circuit ouvert et de courants de court-circuit uniquement, le coefficient de sécurité obtenu baisse effectivement de la valeur souhaitée de 1,5 à environ 1,0 dans la plage de tensions supérieures à 20 V. Cela semble acceptable dans la mesure où l'interconnexion conforme à la CEI 60079-14 ne peut généralement satisfaire qu'à la catégorie «ib», même si tous les matériels individuels satisfont à la catégorie «ia». Dans le cas de tensions peu élevées, le coefficient de sécurité peut toutefois chuter à une valeur bien inférieure à 1,0. Cette méthode n'est donc pas efficace eu égard à la sécurité.

Lorsqu'une ou plusieurs sources actives d'un circuit présentent des caractéristiques non linéaires, une évaluation sur la base de tensions à vide et de courants de court-circuit uniquement ne peut permettre d'atteindre l'objectif initial.

Dans la pratique, les sources de forme trapézoïdale (Figure C.1b)) sont utilisées, et les caractéristiques de sortie de forme rectangulaire (Figure C.1c)) sont fréquentes lorsque des dispositifs électroniques de limitation de courant sont également utilisés. Les courbes de limite d'inflammation décrites dans la CEI 60079-11 ne peuvent pas être utilisées pour ce type de circuits. La présente norme décrit par conséquent une méthode qui permet d'évaluer la sécurité de la combinaison de réseaux y compris les circuits non linéaires au moyen de diagrammes. Un nouveau modèle d'inflammation par étincelles assisté par ordinateur permet d'obtenir le coefficient de sécurité souhaité pour les sources non linéaires ainsi que pour la concordance de l'inductance et de la capacité du circuit.

La procédure présentée ici est applicable à la zone 1 et aux groupes d'explosion IIC et IIB. Il convient de souligner le fait que ladite procédure propose un instrument d'interconnexion; il est raisonnable de l'utiliser pour définir les paramètres de sécurité intrinsèque des circuits ou des matériels individuels uniquement dans le cas de circuits rectangulaires ou linéaires simples.

C.2 Types de base de circuits non linéaires

C.2.1 Paramètres

L'évaluation de la sécurité intrinsèque des circuits actifs nécessite de connaître la résistance interne et la tension de source. Dans le cas le plus simple, la source peut être caractérisée par deux valeurs électriques (constantes), soit par la tension U_0 et la résistance interne R_i , soit par U_0 et le courant de court-circuit I_0 (voir Figure C.1a)). U_0 est souvent déterminée à l'aide de diodes Zener. U_0 et I_0 sont les valeurs maximales pouvant être obtenues dans les conditions de défaut définies dans la CEI 60079-11. Dans le cas de la Figure C.1a), la caractéristique est linéaire. Malheureusement, dans la pratique, seuls quelques circuits peuvent être représentés de cette manière simple.

Un accumulateur, par exemple, équipé d'une résistance externe de limitation de courant n'a pas de résistance interne constante. De la même façon, la tension de source varie en fonction du degré de charge. Afin d'étudier le comportement de circuits pratiques de cette nature, ces derniers sont représentés par leurs circuits équivalents plus simples, qui doivent être bien évidemment tout aussi capables que le circuit réel de provoquer une inflammation. Dans le cas de l'accumulateur susmentionné, la valeur maximale du circuit ouvert serait égale à U_0 et la résistance externe serait égale à R_i tel qu'indiqué à la Figure C.1a). Ce circuit équivalent a une caractéristique linéaire.

Les circuits non linéaires peuvent également être réduits, généralement aux deux types de base représentés à la Figure C.1b) et à la Figure C.1c). La source présentant une caractéristique trapézoïdale (Figure C.1b)) comprend une source de tension, une résistance et des composants complémentaires de limitation de la tension (diodes Zener par exemple) au niveau des bornes de raccordement de sortie. Le courant relatif à la source à caractéristique rectangulaire illustrée à la Figure C.1c) est limité par un régulateur de courant électronique.

If proceeding on the basis of open-circuit voltages and short-circuit currents only, the safety factor obtained really decreases from the desired value of 1,5 to approximately 1,0 in the voltage range above 20 V. This seems to be acceptable, since the interconnection according to IEC 60079-14 can only meet category “ib” generally, even if all the individual apparatus meets category “ia”. However, in the case of low voltages, the safety factor can drop considerably below the value of 1,0. Such an approach is thus not effective with regard to safety.

If one or more active sources within one circuit have non-linear characteristics, evaluating on the basis of no-load voltages and short-circuit currents only cannot accomplish the original intention.

In practice, sources with ‘trapezoidal’ shape (see Figure C.1b)) are used and ‘rectangular’ output characteristics (see Figure C.1c)) occur often if electronic current-limiting devices are used. For such circuits, the ignition limit curves in IEC 60079-11 cannot be used. This standard therefore describes a method that allows the safety evaluation of the combination of networks including non-linear circuits by means of diagrams. A new computer-aided spark ignition model allows the desired safety factor to be achieved for both non-linear sources and the coincidence of inductance and capacitance in the circuit.

The procedure introduced here is applicable for zone 1 and for explosion groups IIC and IIB. It should be emphasized that an instrument for interconnection is being proposed here; using it for defining intrinsic safety parameters of individual circuits or apparatus makes sense only in the case of simple rectangular or linear circuits.

C.2 Basic types of non-linear circuits

C.2.1 Parameters

Whilst assessing the intrinsic safety of active circuits, it is necessary to know the internal resistance and the source voltage. In the simplest case, the source can be characterized by two (constant) electrical values, either by the voltage U_0 and the internal resistance R_i or by U_0 and the short-circuit current I_0 (see Figure C.1a)). U_0 often is determined by zener diodes. U_0 and I_0 are maximum values that can occur under the fault conditions defined in IEC 60079-11. In the case of Figure C.1a), the characteristic is linear. Unfortunately, in practice, only a few circuits can be represented in this simple way.

A battery, for example, fitted with an external current limiting resistor has no constant internal resistance. Likewise, the source voltage changes as a function of the degree of charge. In order to study the behaviour of such practical circuits, they are represented by their simpler equivalent circuits that must obviously not be less capable of causing ignition than the actual circuit. In the above case of a battery, one would take the maximum open circuit as U_0 and the external resistance as R_i as in Figure C.1a). This equivalent circuit has a linear characteristic.

Non-linear circuits can also be reduced, usually to the two basic types shown in Figures C.1b) and C.1c). The source with trapezoidal characteristic (Figure C.1b)) consists of a voltage source, a resistance and additional voltage limiting components (for example, zener diodes) at the output terminals. The rectangular characteristic of Figure C.1c) has the current limited by an electronic current regulator.

Lorsque l'on prend en considération la puissance de sortie des différents réseaux, il est évident que différentes valeurs limites d'inflammation doivent s'appliquer dans la mesure où l'étincelle d'inflammation est également une charge, et son adaptation à la source qui l'alimente doit être prise en compte. La puissance maximale disponible de la source représentée à la Figure C.1a) est la suivante:

$$P_{\max} = \frac{1}{4} U_0 \times I_0$$

et pour la source de caractéristique trapézoïdale (Figure C.1b)):

$$P_{\max} = \frac{1}{4} U_Q \times I_0 \quad (\text{pour } U_0 > \frac{1}{2} \times U_Q), \text{ ou}$$

$$P_{\max} = U_0 \times (U_Q - U_0)/R \quad (\text{pour } U_0 \leq \frac{1}{2} \times U_Q).$$

La caractéristique trapézoïdale illustrée à la Figure C.1b) devient la caractéristique rectangulaire illustrée à la Figure C.1c) avec U_Q tendant vers l'infini.

Dans ce cas précis:

$$P_{\max} = U_0 \times I_0.$$

Deux paramètres relatifs aux caractéristiques linéaire et rectangulaire ainsi que trois paramètres relatifs à la caractéristique trapézoïdale sont nécessaires pour la description électrique complète d'une source (Tableau C.1).

Tableau C.1 – Paramètres nécessaires à la description de la caractéristique de sortie

Caractéristique	Paramètres nécessaires
Linéaire, Figure C.1a)	U_0, I_0 ou U_0, R
Trapézoïdale, Figure C.1b)	U_0, U_Q, R ou U_0, R, I_0 ou U_0, U_Q, I_0
Rectangulaire, Figure C.1c)	U_0, I_0

C.2.2 Informations fournies par les certificats

Dans la mesure où, selon 12.2.1 ou 12.3 de la CEI 60079-14, les matériels comprenant des circuits de sécurité intrinsèque actifs doivent être certifiés, il peut être supposé que, pour les matériels individuels devant être combinés à leurs circuits de sécurité intrinsèque, il existe toujours un certificat d'essai contenant les paramètres électriques correspondants.

La première étape de toute évaluation de la sécurité doit consister à déterminer le type de caractéristique ainsi que les paramètres électriques associés des circuits individuels. Etant donné que l'utilisateur ou l'opérateur ne connaît généralement pas les dispositions des circuits ni la construction interne des matériels, il doit se fier aux données de nature électrique indiquées dans le certificat d'essai.

Les valeurs généralement fournies sont la tension de circuit ouvert (désignée ici U_0) et le courant de court-circuit (désigné ici I_0), et généralement la puissance disponible maximale P_0 . Il est souvent possible d'élaborer des informations concernant le type de caractéristique à partir de ces valeurs.

Exemple (valeurs maximales):

$$U_0 = 12,5 \text{ V}$$

$$I_0 = 0,1 \text{ A}$$

$$P_0 = 313 \text{ mW}$$

If one considers the output power of the different networks, it becomes obvious that different ignition limit values shall apply, since the igniting spark is also a 'load' and its matching to the source feeding it shall be taken into account. The maximum available power from the source shown in Figure C.1a) is

$$P_{\max} = \frac{1}{4} U_o \times I_o$$

and for the trapezoidal characteristic (Figure C.1b)):

$$P_{\max} = \frac{1}{4} U_Q \times I_o \quad (\text{for } U_o > \frac{1}{2} \times U_Q), \text{ or}$$

$$P_{\max} = U_o \times (U_Q - U_o)/R \quad (\text{for } U_o \leq \frac{1}{2} \times U_Q).$$

The trapezoidal characteristic of Figure C.1b) becomes the rectangular characteristic of Figure C.1c) as U_Q tends to infinity.

Here:

$$P_{\max} = U_o \times I_o.$$

For the complete electrical description of a source, two parameters are needed for the linear and rectangular characteristics and three parameters for the trapezoidal characteristic (Table C.1).

Table C.1 – Parameters necessary to describe the output characteristic

Characteristic	Parameters necessary
Linear, Figure C.1a)	U_o, I_o or U_o, R
Trapezoidal, Figure C.1b)	U_o, U_Q, R or U_o, R, I_o or U_o, U_Q, I_o
Rectangular, Figure C.1c)	U_o, I_o

C.2.2 Information given in the certificates

Because, according to 12.2.1 or 12.3 of IEC 60079-14, apparatus with active intrinsically safe circuits shall be certified, it can be assumed that, for the individual apparatus which are to be combined with their intrinsically safe circuits, there is always a test certificate available which contains the corresponding electrical parameters.

The first step in any safety-oriented assessment shall be the determination of the type of characteristic and associated electrical parameters of the individual circuits. Since the circuit arrangements and the internal construction of the apparatus are not normally known to the user or operator, they will have to trust the electrical data given in the test certificate.

The values given usually are as follows: open-circuit voltage (here named U_o) and short-circuit current (here named I_o) and normally the maximum available power P_o . It is often possible to conclude information about the type of characteristic from these values.

Example (maximum values):

$$U_o = 12,5 \text{ V}$$

$$I_o = 0,1 \text{ A}$$

$$P_o = 313 \text{ mW}$$

Dans la mesure où P_o représente un quart du produit de la tension de circuit ouvert et du courant de court-circuit, il peut être déduit qu'une caractéristique linéaire est efficace dans cet exemple précis (Figure C.1a)).

Exemple (valeurs maximales):

$$U_o = 20,5 \text{ V}$$

$$I_o = 35 \text{ mA}$$

$$P_o = 718 \text{ mW}$$

Dans cet exemple, P_o est le produit de la tension de circuit ouvert et du courant de court-circuit, d'où l'indication d'une caractéristique rectangulaire (Figure C.1c)).

Dans certains cas, les valeurs relatives à la puissance, au courant et à la tension ne correspondent pas aux valeurs mentionnées ci-dessus dans la mesure où la puissance nominale est spécifiée pour le cas statique (effet thermique des composants connectés ultérieurement) et où les valeurs de courant ou de tension sont données pour le cas dynamique (inflammation par étincelles). En cas de doute, il est primordial de vérifier quelle caractéristique il y a lieu de prendre comme base d'interconnexion en considération de l'inflammation par étincelles.

Dans le cas d'une caractéristique trapézoïdale, les informations contenues dans le certificat d'essai ne permettent bien souvent pas de déterminer ladite caractéristique. Le troisième paramètre fait défaut (voir Tableau C.1), soit U_Q ou R .

Lorsque R est donné comme le paramètre supplémentaire, le risque de confusion est minimal. Par conséquent, les certificats d'essai mentionnent généralement la valeur R . Le paramètre U_Q (Figure C.1b)) peut alors être déduit de l'équation $U_Q = I_o \times R$.

Dans la plupart des cas, le certificat d'essai indique également la forme caractéristique des circuits non linéaires.

Exemple:

Valeurs maximales (caractéristique trapézoïdale):

$$U_o = 13,7 \text{ V}$$

$$I_o = 105 \text{ mA}$$

$$R = 438 \Omega$$

$$P_o = 1\,010 \text{ mW}$$

La caractéristique représentée est illustrée à la Figure C.3a); la Figure C.3b) illustre le circuit équivalent de sécurité.

Le calcul effectué est le suivant:

$$U_Q = I_o \times R = 46 \text{ V et}$$

$$P_o = (U_Q - U_o) \times U_o / R = 1\,010 \text{ mW}$$

Because P_o is one-quarter of the product of open-circuit voltage and short-circuit current, it can be deduced that in this example a linear characteristic (Figure C.1a)) is effective.

Example (maximum values):

$$U_o = 20,5 \text{ V}$$

$$I_o = 35 \text{ mA}$$

$$P_o = 718 \text{ mW}$$

Here P_o is the product of the open-circuit voltage and the short-circuit current, and hence a rectangular characteristic is given (Figure C.1c)).

In certain cases, the values for power, current and voltage do not correspond with the above because the power rating is specified for the stationary case (heating effect of components connected subsequently) and the current or voltage values for the dynamic case (spark ignition) are given. In situations where there is a doubt, it is essential to verify which characteristic to take as the basis for the interconnection with respect to spark ignition.

In the case of a trapezoidal characteristic, the information in the test certificate is often not sufficient to determine the characteristic. The third parameter is missing (see Table C.1), either U_Q or R .

When R is given as the additional parameter, there is the least danger of confusion. Therefore R will generally be given in the test certificates. The parameter U_Q (Figure C.1b)) can then be derived from $U_Q = I_o \times R$.

In most cases, the test certificate will also give the characteristic shape of any non-linear circuits.

An example may look as follows.

Maximum values (trapezoidal characteristic):

$$U_o = 13,7 \text{ V}$$

$$I_o = 105 \text{ mA}$$

$$R = 438 \text{ } \Omega$$

$$P_o = 1\,010 \text{ mW}$$

The characteristic represented is shown in Figure C.3a); Figure C.3b) shows the safety equivalent circuit.

Calculation is as follows:

$$U_Q = I_o \times R = 46 \text{ V and}$$

$$P_o = (U_Q - U_o) \times U_o / R = 1\,010 \text{ mW}$$

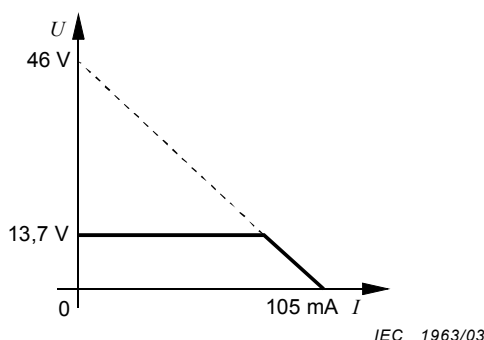


Figure C.3 a) – Caractéristiques de sortie

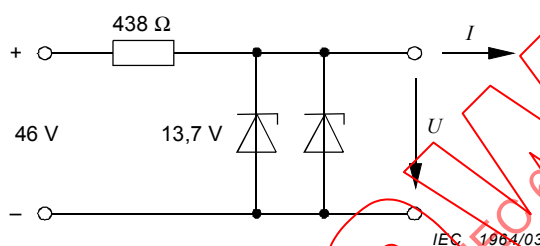


Figure C.3 b) – Circuit équivalent

Figure C.3 – Caractéristique de sortie et circuit équivalent d'une source avec caractéristique trapézoïdale

Ainsi, les données nécessaires pour l'interconnexion peuvent être obtenues à partir des informations données dans le certificat d'essai. En l'absence de données dans les certificats précédents, les valeurs doivent être fournies par le constructeur du matériel ou par le laboratoire d'essais.

Lors de la conception de circuits de sécurité intrinsèque, il convient de toujours veiller à ce que le nombre d'interconnexions et de sous-ensembles combinés soit peu élevé. Cet objectif ne peut pas toujours être atteint dans la pratique, dans la mesure où les conditions de défaut doivent également être prises en considération. Cela signifie que certains matériels n'intervenant pas comme sources en fonctionnement normal doivent être considérés comme des sources en cas de défaillance.

Les entrées passives des dispositifs, par exemple capteurs de mesure, traceurs, etc., peuvent, du point de vue de la sécurité, également agir en qualité de sources actives. Il doit par conséquent être fait référence aux valeurs maximales indiquées dans les certificats. Les caractéristiques opérationnelles d'un circuit peuvent, de ce fait, s'écarter sensiblement de la caractéristique de sécurité. Les valeurs indiquées dans les certificats relatives à la tension de circuit ouvert U_0 et au courant de court-circuit I_0 applicables au circuit considéré sont spécifiées uniquement pour des régimes transitoires dans certains cas. Par ailleurs, la valeur de puissance s'applique aux conditions de régime permanent qui doivent être prises en compte pour l'échauffement des composants connectés.

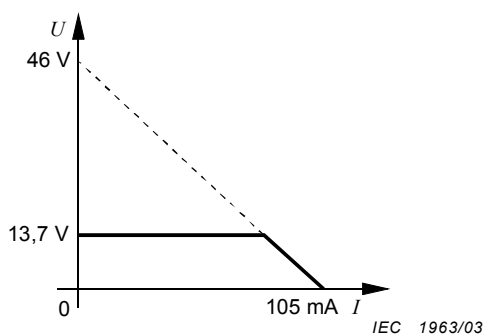


Figure C.3 a) – Output characteristics

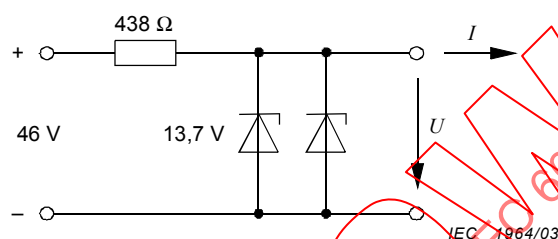


Figure C.3 b) – Equivalent circuit

Figure C.3 – Output characteristic and equivalent circuit of a source with trapezoidal characteristic

In this way, the data needed for the interconnection can be obtained from the information given in the test certificate. If there is no data in the older certificates, the values shall be obtained from the manufacturer of the apparatus or from the testing station.

In designing intrinsically safe circuits, an attempt should be made always to keep the interconnections and number of combined sub-assemblies low. This objective cannot always be achieved in practice, because it is also necessary to consider fault conditions. This means that some apparatus which are not acting in normal operation as sources have to be regarded as sources in the case of failures.

The passive inputs of devices, for example, measurement transducers, plotters etc, can, from the safety point of view, also act as active sources. Therefore the maximum values indicated in the certificates shall be referred to. As a result, the operational characteristics of a circuit may deviate substantially from the safety characteristic. The values given in the certificates for open circuit voltage U_0 and short-circuit current I_0 for the circuit concerned are stated only for transient conditions in some cases. On the other hand, the power value applies for steady-state conditions which have to be considered for the temperature rise of connected components.

C.3 Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque avec au moins deux sources

C.3.1 Détermination d'une caractéristique de sortie résultante

Il est supposé que les caractéristiques de sortie des circuits de combinaison devant être considérées comme des sources sont connues (voir C.2). Il est alors nécessaire de déterminer à partir du type d'interconnexion si, en fonctionnement normal et dans des conditions de défaut, il est impératif de prendre en considération la somme des tensions, la somme des courants ou les deux à la fois.

Si les sources combinées sont connectées en série et ne sont pas reliées à la terre par exemple (voir Figure C.2a)), alors, indépendamment de la polarité des sources, seule l'addition en tension est possible. Une addition graphique permet de déterminer facilement la caractéristique de sortie résultante. Ainsi, les tensions des sources individuelles sont ajoutées pour chaque valeur du courant. La courbe en ligne pointillée de la Figure C.2 montre les caractéristiques résultantes dans les différents cas.

Dans le circuit série représenté à la Figure C.2b), comprenant une connexion commune des deux sources de tension au niveau de la charge, l'addition en courant peut être exclue uniquement lorsque la polarité des deux sources dans la direction indiquée dans le cas présent est fixe eu égard à la sécurité (par exemple pour certaines barrières de sécurité). L'addition en tension et en courant doit être envisagée (voir Figure C.2e)) pour les sources pouvant modifier la polarité en fonctionnement ou dans des conditions de défaut.

Dans le cas du dispositif parallèle représenté à la Figure C.2c), l'addition en courant est possible uniquement si, en présence de sources bipolaires, deux pôles sont connectés dans chaque cas. L'addition en tension n'est pas possible dans ce cas et la caractéristique résultante est générée par addition graphique des valeurs de courant individuelles.

Lorsque seul un pôle de chaque source est connecté au pôle de l'autre source (Figure C.2d)), l'addition en tension peut alors être exclue uniquement si la polarité des sources tel qu'indiqué dans le cas présent est fixe dans tous les cas (par exemple au moyen de barrières de sécurité). Dans le cas contraire, l'addition en tension et l'addition en courant doivent toutes deux être envisagées (voir Figure C.2e)).

Lorsque plusieurs circuits sont reliés à un ensemble de circuits supposé comprendre des interconnexions aléatoires (Figure C.2e), une connexion parallèle ou série peut alors, selon les conditions de défaut, être déterminée, de sorte que tant l'addition en courant que l'addition en tension doivent être envisagées. Dans la mesure où les deux cas mentionnés ne peuvent se produire simultanément, la caractéristique résultante relative à l'addition en courant et celle relative à l'addition en tension doivent être déterminées séparément. Cette procédure est nécessaire également chaque fois qu'il y a doute concernant les circuits représentés dans les Figures C.2b) et C.2d) ainsi que les circuits comportant plus de deux conducteurs. Le résultat ainsi obtenu concerne toujours la sécurité.

C.3.2 Evaluation de la sécurité de l'interconnexion et détermination de la capacité et de l'inductance maximales admissibles

Une fois que la caractéristique résultante relative au circuit de combinaison a été déterminée tel que cela est détaillé en C.3.1 ci-dessus, l'étape suivante consiste à analyser la sécurité intrinsèque. Les diagrammes donnés dans les Figures C.7 et C.8 doivent être utilisés à cet effet. Ces diagrammes montrent la courbe de limite(s) admissible pour les caractéristiques des sources linéaires (courbe de limite(s) en pointillés) et pour les caractéristiques des sources rectangulaires (courbe limite(s) en trait continu), avec une inductance donnée et les nouvelles valeurs maximales de courant et de tension du circuit combiné. De plus, les courbes sont destinées à déterminer la capacité externe maximale admissible pour les deux cas évoqués. Le Tableau C.2 donne une vue d'ensemble.

C.3 Interconnection of intrinsically safe circuits with more than one source

C.3.1 Determination of a resultant output characteristic

It is assumed that the output characteristics of the circuits making up the combination, and which are to be regarded as sources, are known (see C.2). It is then necessary to ascertain from the type of interconnection whether, in normal operation and under fault conditions, it is necessary to consider the voltage sum, the current sum, or both current and voltage sums.

If the combined sources are connected in series and are not bonded, for example, to earth (Figure C.2a)), then, irrespective of the polarity of the sources, voltage addition only is possible. The resultant output characteristic is conveniently found by graphical addition. Thus for each current value, the voltages of the individual sources are added. The dotted-line curve in Figure C.2 shows the resultant characteristics in the different cases.

In the series circuit shown in Figure C.2b), where there is a common connection of both voltage sources at the load, current addition can be excluded only if the polarity of both sources in the direction shown here is fixed with respect to safety (for example, for certain safety barriers). With sources which can change the polarity operationally or under fault conditions, both voltage and current addition shall be considered (see Figure C.2e)).

In the parallel arrangement of Figure C.2c), current addition is only possible if, with bipolar sources, two poles are connected in each case. Voltage addition is not possible in this case and the resultant characteristic is generated by graphical addition of individual current values.

If only one pole of each source is connected to that of the other (Figure C.2d)), then voltage addition can be excluded only if the polarity of the sources as shown here is fixed regarding all circumstances (for example, with safety barriers). Otherwise, both voltage and current addition shall be considered (see Figure C.2e)).

If several circuits are connected to a circuitry in which arbitrary interconnections shall be assumed (Figure C.2e)), then, depending on the fault conditions considered, a parallel or series connection may be set up, so that both current and voltage addition, shall be considered. Because both cases are not possible at the same time, the resultant characteristic for current addition and that for voltage addition shall be constructed separately. This procedure is necessary also in all cases of doubt for the circuits in Figures C.2b) and C.2d) as well as with circuits with more than two conductors. The result so obtained will always be on the safe side.

C.3.2 Safety assessment of the interconnection and determination of the maximum permissible capacitance and inductance

When the resultant characteristic for the combination circuit has been determined as detailed in C.3.1 above, the next step is analysis of the intrinsic safety. For this purpose, the diagrams given in Figures C.7 and C.8 are to be used. They show the permissible limit curve for linear source characteristics (dotted limit curve) and for rectangular characteristics (solid limit curve), with a given inductance and the new maximum values of current and voltage in the combined circuit. Further, curves are given to determine the highest permissible external capacitance for both cases. Table C.2 gives an overview.

Tableau C.2 – Affectation des diagrammes aux groupes et aux inductances des matériels

Figure	Groupe	Inductance admissible L_o
Figure C.7a)	IIC	0,15 mH
Figure C.7b)		0,5 mH
Figure C.7c)		1 mH
Figure C.7d)		2 mH
Figure C.7e)		5 mH
Figure C.8a)	IIB	0,15 mH
Figure C.8b)		0,5 mH
Figure C.8c)		1 mH
Figure C.8d)		2 mH
Figure C.8e)		5 mH

Pour évaluer la sécurité intrinsèque, sélectionner tout d'abord le Groupe d'explosion, puis l'inductance totale requise pour la combinaison. Lorsque seules de faibles inductances (c'est-à-dire aucune inductance localisée, uniquement de courtes longueurs de câble) sont considérées, il convient alors de sélectionner le diagramme présentant la plus faible inductance (à savoir Figure C.7a) pour le Groupe IIC, et Figure C.8a) pour le Groupe IIB).

La caractéristique de sortie résultante figure alors dans le diagramme considéré. Si, conformément à C.3.1, les additions en courant et en tension sont prises en considération, les deux caractéristiques résultantes doivent alors être tracées.

Il est à présent possible de déterminer directement si la combinaison des sources avec l'inductance applicable au diagramme considéré et le groupe d'explosion sélectionné est intrinsèquement sûre. La caractéristique de somme résultante ne doit «couper» la courbe de limite(s) relative à la source rectangulaire en aucun point du diagramme. De plus, le point du diagramme défini par la tension maximale et le courant maximal de la caractéristique de somme doit se situer en dessous de la courbe pour la source linéaire.

La capacité maximale admissible du circuit résultant est déterminée comme la valeur la plus faible des deux familles de courbes de limites C_o , étant la plus grande valeur C_o non «coupée» par la caractéristique de sortie résultante pour la limite linéaire et pour la limite rectangulaire. Lorsqu'une plus grande capacité admissible C_o est requise pour une application cette dernière peut alors être obtenue en utilisant en premier lieu un diagramme applicable à une inductance inférieure. La même méthode peut également être utilisée lorsque la caractéristique de sortie résultante «coupe» la courbe pour la limite inductive de la source linéaire ou rectangulaire. Lorsque, même pour la plus faible valeur d'inductance des diagrammes (0,15 mH), la ou les courbes de limites appropriées sont dépassées dans le diagramme IIC, il est alors recommandé d'utiliser les diagrammes IIB. Si ces limites sont également dépassées, la combinaison n'est alors pas intrinsèquement sûre également pour le Groupe d'explosion IIB.

C.3.3 Commentaires additionnels relatifs à la procédure utilisant les caractéristiques de sortie

La procédure décrite ci-dessus en C.3.1 et C.3.2 relative à l'évaluation de la sécurité des interconnexions de circuits de sécurité intrinsèque est fondée sur les travaux de recherche fondamentale ainsi que sur les calculs de modèles. La méthode de calcul réelle donne des résultats différents de ceux figurant dans le précédent rapport.

Table C.2 – Assignment of diagrams to apparatus groups and inductances

Figure	Group	Permissible inductance L_o
Figure C.7a)	IIC	0,15 mH
Figure C.7b)		0,5 mH
Figure C.7c)		1 mH
Figure C.7d)		2 mH
Figure C.7e)		5 mH
Figure C.8a)	IIB	0,15 mH
Figure C.8b)		0,5 mH
Figure C.8c)		1 mH
Figure C.8d)		2 mH
Figure C.8e)		5 mH

To assess the intrinsic safety, first select the explosion group and then the total inductance required for the combination. If only small inductances (that is no lumped inductances, only short cable lengths) are concerned, then the diagram with the lowest inductance should be selected (i.e. Figure C.7a) for Group IIC and Figure C.8a) for Group IIB).

The resultant output characteristic is then in the diagram concerned. If, in accordance with C.3.1 current and voltage additions are considered, then both resultant characteristics shall be plotted.

It is now possible to determine directly whether the combination of sources together with the inductance for that diagram and the selected explosion group is intrinsically safe. The resultant sum characteristic shall not intersect the limit curve for the rectangular source in the diagram at any point. In addition, the point in the diagram defined by the maximum voltage and the maximum current of the sum characteristic shall be below the curve for the linear source.

The maximum permissible capacitance of the resulting circuit is found as the lowest value from the two C_o limit curve families, being the highest C_o value that is not intersected by the resultant output characteristic for the linear limit and for the rectangular limit. If a higher permissible capacitance C_o is required for the purpose of an application, then this can be obtained by starting with a diagram for a lower inductance. The same approach can also be used where the resultant output characteristic intersects the curve for the inductive limit of the linear or rectangular source. If, even for the smallest inductance value in the diagrams (0,15 mH), the relevant limit curve(s) is exceeded in the IIC diagram, then the use of the IIB diagrams is recommended. If these limits are also exceeded, then the combination is not intrinsically safe for explosion Group IIB either.

C.3.3 Supplementary comments about the procedure using output characteristics

The procedure described above in C.3.1 and C.3.2 for the safety assessment of inter-connections of intrinsically safe circuits is based on fundamental research work and model calculations. The actual calculation method gives results differing from those in former report.

Des capacités sensiblement plus élevées sont désormais admises dans la plage des tensions peu élevées. La différence peut être équivalente à un facteur x3 pour des tensions plus élevées. Contrairement aux diagrammes mentionnés dans un rapport précédent, la courbe de limites relative au circuit strictement résistif n'est pas indiquée dans les Figures C.7 et C.8, mais elle est intrinsèquement déterminée par les limites inductives. De plus, les courbes de limites relatives aux sources linéaires ont été insérées à ce niveau. Le processus graphique est le même en général à l'exception de cet élément.

La méthode graphique est fondée sur une réduction de la caractéristique de source réelle des sources linéaires et rectangulaires abstraites ainsi que sur une comparaison avec les courbes de limites associées. Le coefficient de sécurité peut être calculé à partir du diagramme, avec une valeur précise garantie de 1,5, uniquement dans le cas où la caractéristique de source réelle est soit linéaire, soit rectangulaire. Avec la plupart des sources les plus complexes, il peut se révéler avantageux d'élaborer une caractéristique linéaire ou rectangulaire englobante permettant de préserver le coefficient de sécurité. Le coefficient de sécurité réel peut être légèrement inférieur (toutefois toujours supérieur à 1) si les deux critères de limites sont utilisés. Cela est le résultat de la réduction des conditions d'utilisation réelles des circuits, observée avec cette méthode graphique simple. L'opinion générale des spécialistes en la matière indique que cela est acceptable lorsque des installations de zone 1 sont prises en considération.

L'interaction de l'inductance et de la capacité (circuit mixte) est toujours couverte avec les diagrammes des Figures C.7 et C.8. Il convient d'utiliser la procédure également pour la combinaison des circuits strictement linéaires (caractéristique de sortie conformément à la Figure C.1a). La méthode spécifiée ne fait pas de distinction entre les inductances ou les capacités localisées et entre les inductances ou les capacités issues des paramètres de câble répartis. En présence de câbles avec des temps de transmission pouvant atteindre 10 μ s, l'opinion actuelle estime que cette différence n'est aucunement nécessaire. Le calcul fondé sur les éléments concentrés repose sur la sécurité, et, contrairement aux méthodes de calcul antérieures, n'entraîne pas de limitation importante dans la pratique.

Cette procédure présente l'avantage de pouvoir recueillir toutes les informations relatives aux données de sécurité sur un seul diagramme. Il convient néanmoins d'effectuer une comparaison supplémentaire de la tension de circuit ouvert maximale et de la capacité maximale selon le Tableau A.2 de la CEI 60079-11, dans la mesure où, dans certains cas, la procédure décrite ici donne une capacité admissible plus élevée. Les valeurs doivent alors être celles données dans la CEI 60079-11 afin d'éviter tout malentendu.

Les valeurs obtenues pour l'inductance et la capacité externes maximales admissibles sont celles applicables à la combinaison totale, c'est-à-dire que les inductances et les capacités de tous les dispositifs individuels, qui sont effectives au niveau des bornes de raccordement extérieures, doivent être prises en considération.

La procédure de calcul utilisée pour les diagrammes ne présente aucun écart systématique significatif par rapport aux résultats obtenus à partir des essais d'inflammation au cours des projets de recherche. Il est admis que l'incertitude des nombreux résultats expérimentaux se situe dans une plage de 10 %. La raison à cela n'est autre que la méthode d'essai employée et l'éclateur lui-même. La méthode présentée ici n'est pas considérée comme présentant des écarts plus importants.

C.4 Illustration, au moyen d'un exemple, de la procédure utilisant les caractéristiques de sortie

L'exemple représenté à la Figure C.4 illustre un analyseur équipé d'un amplificateur situé à l'intérieur de l'emplacement dangereux et alimenté par une source (d'alimentation) de sécurité intrinsèque (I). Le signal de sortie de l'amplificateur de sécurité intrinsèque (signal de 0 ... 20 mA) est dirigé vers un afficheur (écran) (II) et un traceur (III).

In future, somewhat larger capacitances are permissible in the small voltage range. For higher voltages the difference can be up to a factor of 3. In contrast to the diagrams in a former report, the limit curve for the purely resistive circuit is omitted in Figures C.7 and C.8; but it is inherently established through the inductive limits. Further, the limit curves for linear sources were inserted here. Apart from this, the graphic process remains the same in general.

The graphic method is based upon a reduction of the actual source characteristic in abstracted linear as well as rectangular sources and comparison with the associated limit curves. Only in the case where the actual source characteristic is either linear or rectangular can the safety factor be derived from the diagram with a guarantee to be exactly 1,5. In some of the more complex sources, it may be of benefit to construct an enveloping linear or rectangular characteristic and the safety factor is preserved. If both limit criteria are made use of, the actual safety factor can be slightly smaller (always greater than 1 however). This is a result of the reduction of the actual circuit conditions used in this simple graphic method. General expert opinion indicates that this is acceptable when considering zone 1 installations.

When using the diagrams given in Figures C.7 and C.8, the interaction of inductance and capacitance (mixed circuit) is always covered. The procedure should be used also for the combination of purely linear circuits (output characteristic in accordance with Figure C.1a). The method specified does not distinguish between lumped inductances or capacitances and those derived from distributed cable parameters. When cables with transmission times of up to 10 μ s occur, then the current view is that there is no need for this difference. The calculation based on concentrated elements lies on the safe side and does not, in contrast to earlier calculation methods, cause severe limitation in practice.

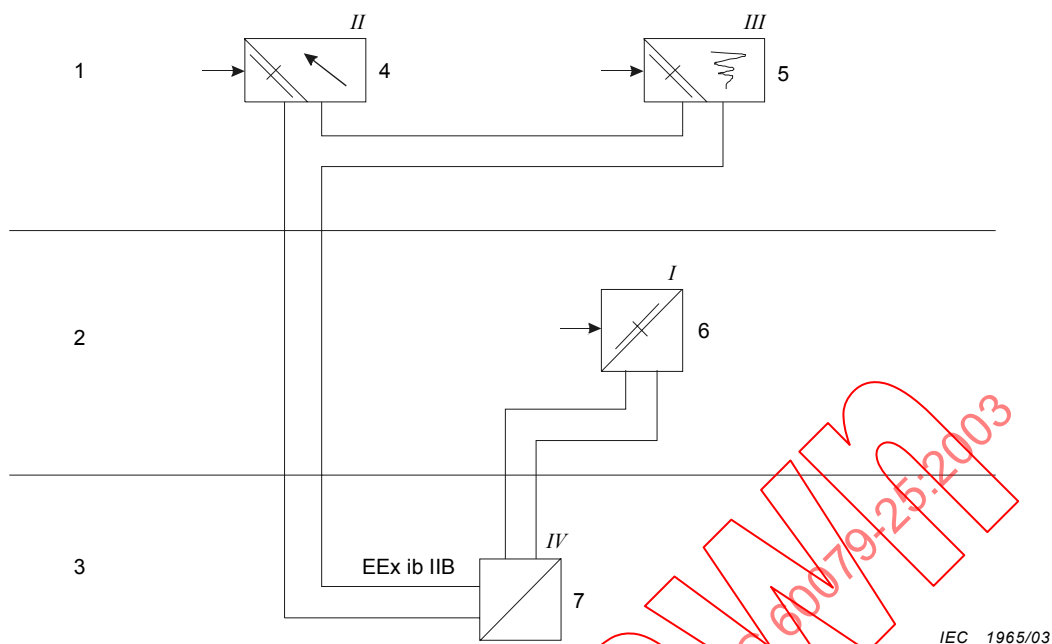
The advantage of this procedure is that all information relating to safety data can be taken from a single diagram. Nevertheless, an additional comparison of the maximum open-circuit voltage with the maximum capacitance according to Table A.2 in IEC 60079-11 should be made, because in certain cases the procedure described here gives a higher permissible capacitance. The values shall then be taken from IEC 60079-11 because misunderstandings can arise otherwise.

The values obtained for the maximum permissible external inductance and capacitance are those for the total combination, that is the inductances and capacitances of all the individual devices, which are effective at the external terminals, shall be considered.

The calculation procedure used for the diagrams shows no significant systematic deviations from the results obtained from the ignition tests during the research projects. It is known that the numerous experimental results have an uncertainty in the range of 10 %. The reason for this is the test method and the spark test apparatus itself. The method presented here is not estimated to have greater deviations.

C.4 Illustration of the procedure using output characteristics by means of an example

In the example shown in Figure C.4, an analyser with an amplifier is located inside the hazardous area and supplied by an intrinsically safe power supply (I). The intrinsically safe amplifier output signal (0 ... 20 mA signal) is fed to a display (II) and a plotter (III).



Addition en courant/tension
circuit interconnecté Ex ib IIB

$P_o = 1,9 \text{ W}$, $U_o = 28,7 \text{ V}$, $I_o = 264 \text{ mA}$

$L_o = 0,5 \text{ mH}$, $C_o = 400 \text{ nF}$

Légende

- | | |
|---|---|
| 1 salle de commande | 5 valeurs maximales opérationnellement passives de l'enregistreur: caractéristiques linéaires de 1 V, 31 mA, 10 mW |
| 2 salle de commutation | 6 valeurs maximales d'alimentation: caractéristiques rectangulaires de régulation du courant électronique Ex ib IIB 15,7 V, 100 mA, 1,57 W, $L_o \leq 1 \text{ mH}$, $C_o \leq 650 \text{ nF}$ |
| 3 site (emplacement dangereux) | 7 analyseur équipé d'un amplificateur (matériel de sécurité intrinsèque) |
| 4 valeurs maximales opérationnellement passives de l'afficheur (écran): caractéristiques linéaires de 12 V, 133 mA, 0,4 W | |

Figure C.4 – Exemple d'interconnexion

L'analyseur est un matériel de sécurité intrinsèque; l'alimentation, l'afficheur et le traceur sont des matériels associés au sens de la CEI 60079-11. En fonctionnement normal, seule l'alimentation réseau est une source active effective, tandis que l'afficheur et le traceur sont des sources passives. Pour l'analyse de la sécurité toutefois, les valeurs potentielles les plus élevées sont prises comme valeurs de base figurant dans les certificats d'essai relatifs aux trois dispositifs en cas de défaut.

Les informations suivantes sont fournies.

I. Alimentation

Sortie avec mode de protection Ex ib IIB

Valeurs maximales

$U_o = 15,7 \text{ V}$

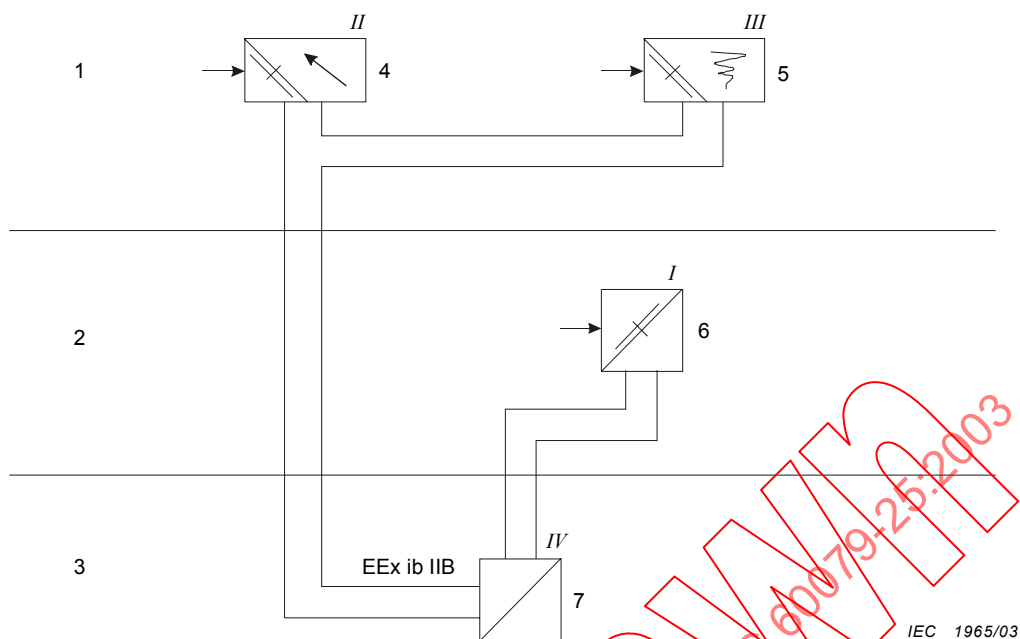
$I_o = 100 \text{ mA}$

$P_o = 1,57 \text{ W}$

$L_o = 1 \text{ mH}$

$C_o = 650 \text{ nF}$

Caractéristique de sortie rectangulaire (Figure C.1c))



Current/voltage addition
interconnected circuit Ex ib IIB

$P_o = 1,9 \text{ W}$, $U_o = 28,7 \text{ V}$, $I_o = 264 \text{ mA}$

$L_o = 0,5 \text{ mH}$, $C_o = 400 \text{ nF}$

Key

1 control room

2 switch room

3 field (hazardous area)

4 display operationally passive maximum values:
12 V, 133 mA, 0,4 W linear characteristics

5 recorder operationally passive maximum values:
1 V, 31 mA, 10 mW linear characteristic

6 power supply maximum values: Ex ib IIB 15,7 V,
100 mA, 1,57 W, $L_o \leq 1 \text{ mH}$, $C_o \leq 650 \text{ nF}$ electronic
current regulation rectangular characteristic

7 analyser with amplifier (intrinsically safe apparatus)

Figure C.4 – Example of an interconnection

The analyser is an intrinsically safe apparatus; the power supply, the display and the plotter are associated apparatus within the meaning of IEC 60079-11. In normal operation, only the mains supply is effective as an active source, whilst display and plotter are passive. For safety analysis however, the highest possible values are taken as a basis which are found in the test certificates for the three devices when in a fault condition.

The following information is available.

I. Power supply

Output with type of protection Ex ib IIB

Maximum values

$U_o = 15,7 \text{ V}$

$I_o = 100 \text{ mA}$

$P_o = 1,57 \text{ W}$

$L_o = 1 \text{ mH}$

$C_o = 650 \text{ nF}$

Rectangular output characteristic (Figure C.1c))

II. Afficheur

Entrée avec mode de protection Ex ib IIC

Valeurs maximales

$$U_o = 12 \text{ V}$$

$$I_o = 133 \text{ mA}$$

$$P_o = 0,4 \text{ W}$$

$$L_o = 1,8 \text{ mH}$$

$$C_o = 1,4 \text{ }\mu\text{F}$$

Caractéristique de sortie linéaire (Figure C.1a))

III. Traceur

Entrée avec mode de protection Ex ib IIC

Valeurs maximales

$$U_o = 1 \text{ V}$$

$$I_o = 31 \text{ mA}$$

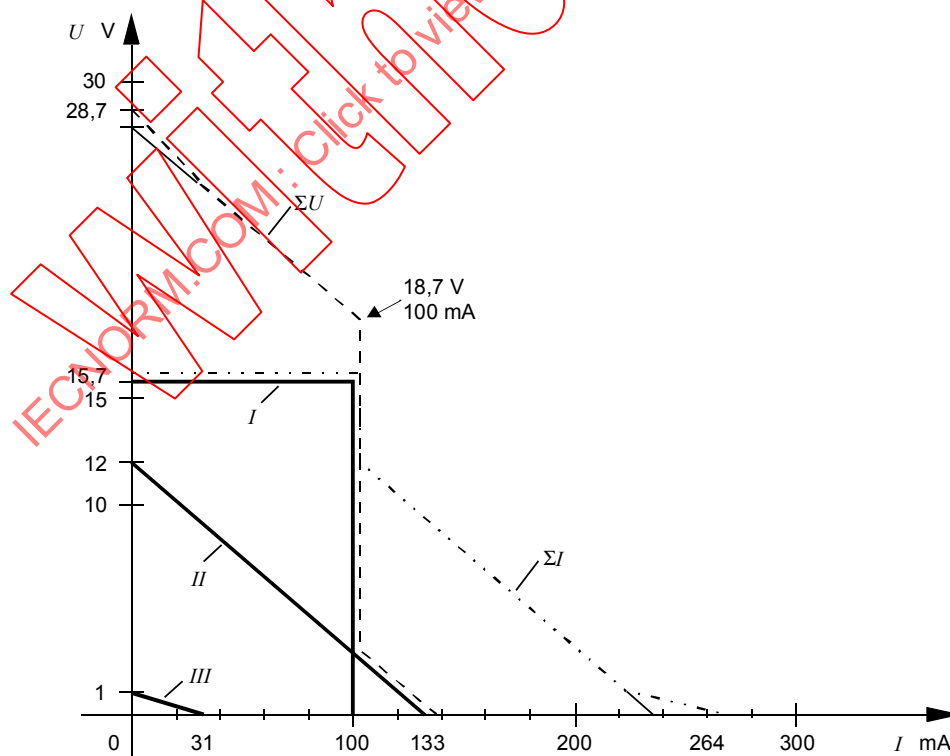
$$P_o = 10 \text{ mW}$$

$$L_o = 36 \text{ mH}$$

$$C_o = 200 \text{ }\mu\text{F}$$

Caractéristique de sortie linéaire (Figure C.1a))

Avec le diagramme de circuit représenté à la Figure C.4, et en fonction des conditions de défaut de l'analyseur, des additions en tension ou en courant sont possibles telles qu'indiquées à la Figure C.2e). Les caractéristiques individuelles et les deux caractéristiques de somme relatives à l'addition en tension et en courant sont indiquées à la Figure C.5.



IEC 1966/03

Figure C.5 – Caractéristiques de somme du circuit représenté à la Figure C.4

II. Display

Input with type of protection Ex ib IIC

Maximum values

$$U_o = 12 \text{ V}$$

$$I_o = 133 \text{ mA}$$

$$P_o = 0,4 \text{ W}$$

$$L_o = 1,8 \text{ mH}$$

$$C_o = 1,4 \text{ }\mu\text{F}$$

Linear output characteristic (Figure C.1a))

III. Plotter

Input with type of protection Ex ib IIC

Maximum values

$$U_o = 1 \text{ V}$$

$$I_o = 31 \text{ mA}$$

$$P_o = 10 \text{ mW}$$

$$L_o = 36 \text{ mH}$$

$$C_o = 200 \text{ }\mu\text{F}$$

Linear output characteristic (Figure C.1a))

With the circuit arrangement in Figure C.4, and depending on the fault conditions in the analyser, voltages or currents can be added as in Figure C.2e). The individual characteristics and the two sum characteristics for voltage and current addition are shown in Figure C.5.

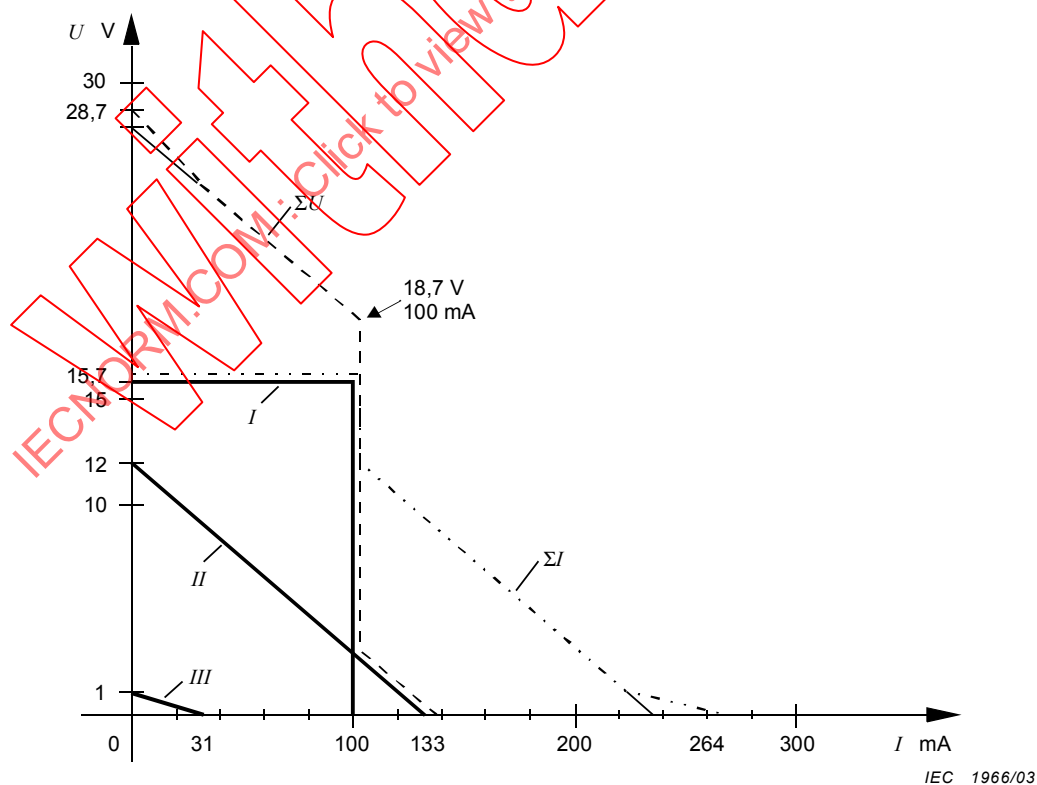


Figure C.5 – Sum characteristics for the circuit as given in Figure C.4

Afin de vérifier la sécurité intrinsèque, les caractéristiques de la somme relatives à l'addition en tension et en courant sont représentées à la Figure C.8b) (Groupe d'explosion IIB, $L = 0,5$ mH) (Figures C.6a) et C.6b)).

Le point d'angle à l'intersection de 18,7 V et 100 mA de la courbe d'addition en tension est bien évidemment le point critique – il est le plus proche de la limite inductive de la source rectangulaire, sans toutefois l'atteindre. La plus grande puissance théorique de 1,9 W est atteinte à ce point.

Dans la mesure où les deux caractéristiques résultantes de la combinaison ne «coupent» pas les courbes de limites inductives relatives aux sources linéaires et rectangulaires des Figures C.6a) et C.6b), l'essai de sécurité s'est révélé positif. Pour la tension maximale (28,7 V) de la caractéristique résultante de l'exemple considéré, la capacité maximale admissible de la combinaison issue de la famille de courbes de la Figure C.6b) peut être fixée à 400 nF. Si le Tableau A.2 de la CEI 60079-11 est vérifié pour la valeur 28,7 V du Groupe IIB, la valeur de capacité admissible est de 618 nF, valeur supérieure à la valeur de 400 nF fixée ici.

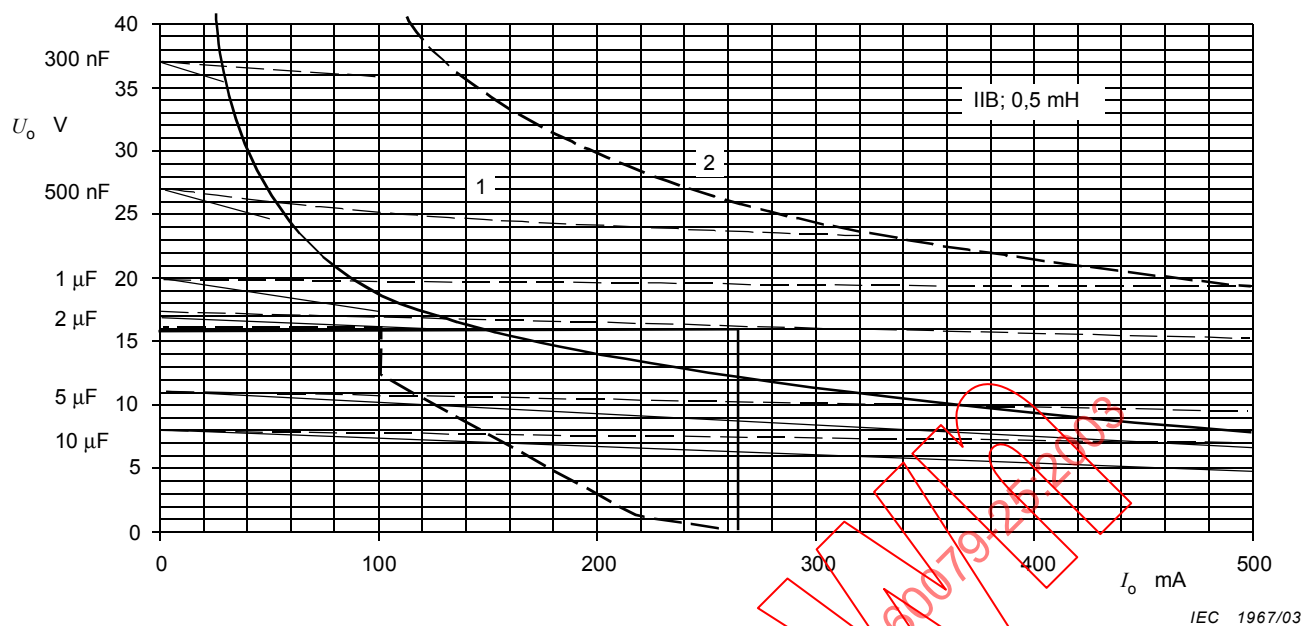
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2003

In order to check the intrinsic safety, the two sum characteristics are drawn in Figure C.8b) (explosion Group IIB, $L = 0,5$ mH) (Figures C.6a) and C.6b)).

The corner point at 18,7 V and 100 mA in the voltage addition curve obviously is the critical point – it is nearest to the inductive limit of the rectangular source, but does not reach it. At this point the theoretically highest power of 1,9 W is reached.

Since both resultant characteristics of the combination do not intersect the inductive limit curves for the linear and rectangular sources in Figures C.6a) and C.6b), the safety test has come out positively. For the maximum voltage (28,7 V) of the resultant characteristic in the present example, the maximum permissible capacitance of the combination from the family of curves in Figure C.6b) can be read off to be 400 nF. If Table A.2 of IEC 60079-11 is checked for the value 28,7 V Group IIB, the permissible value of capacitance is 618 nF – higher than the value of 400 nF established here.

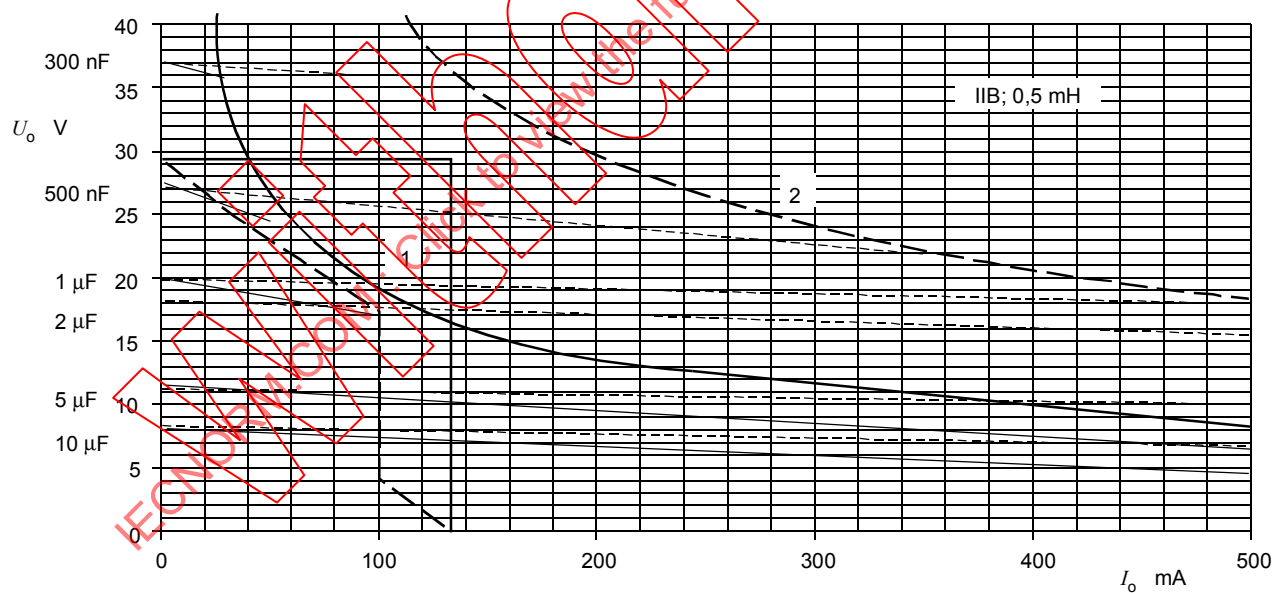
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2003



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.6a) – Addition en courant

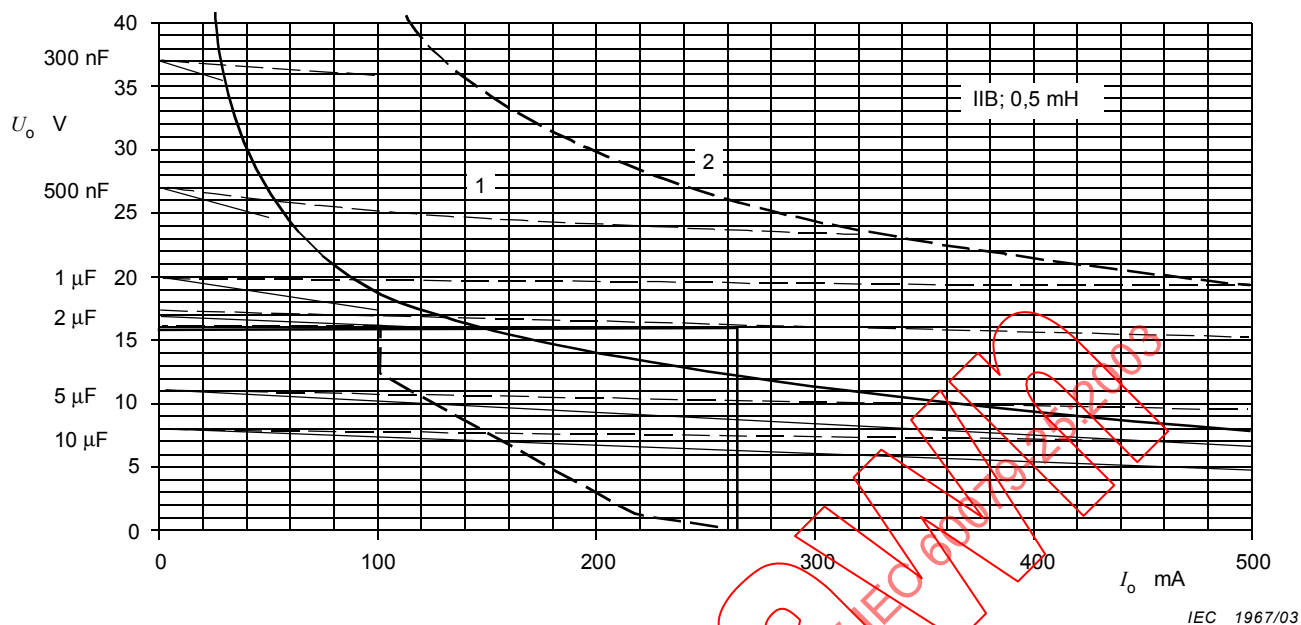


Légende

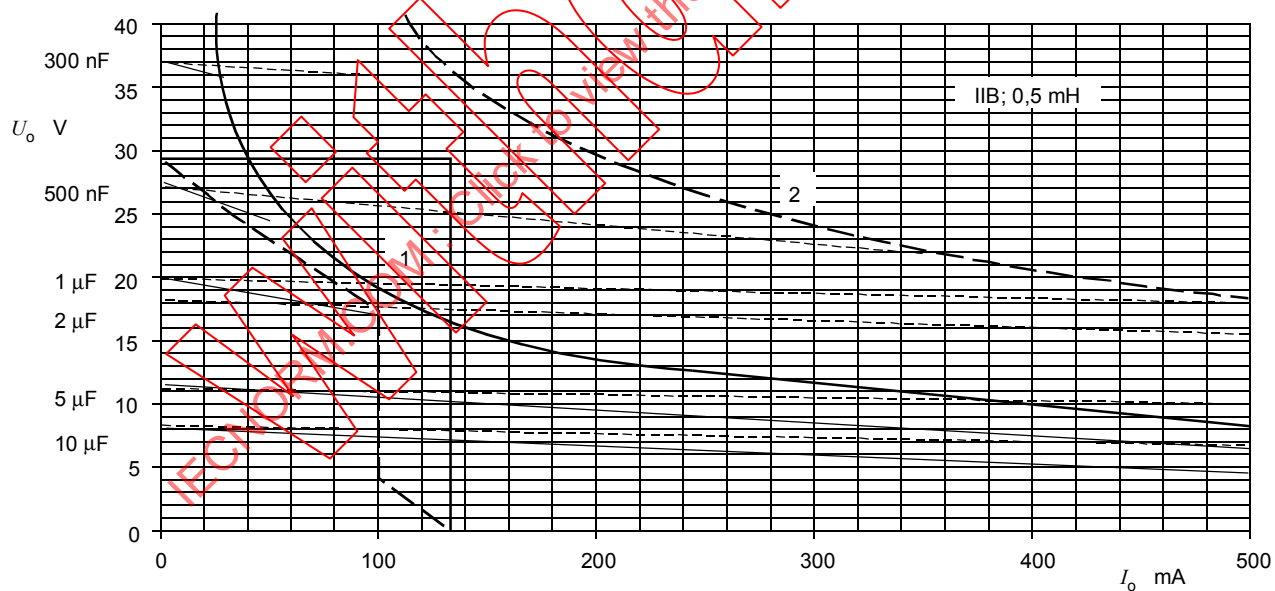
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.6b) – Addition en tension

Figure C.6 – Addition en courant et/ou tension pour l'exemple de la Figure C.4

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.6a) – Current addition**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.6b) – Voltage addition**Figure C.6 – Current and/or voltage addition for the example given in Figure C.4**

Les valeurs résultantes pour la combinaison sont les suivantes:

Groupe d'explosion IIB

Valeurs maximales

$$U_o = 28,7 \text{ V}$$

$$I_o = 264 \text{ mA}$$

$$P_o = 1,9 \text{ W}$$

$$L_o = 0,5 \text{ mH}$$

$$C_o = 400 \text{ nF}$$

Dans la mesure où, dans le présent exemple, les entrées/sorties de sécurité intrinsèque des matériels associés (alimentation, afficheur et traceur) n'ont aucune valeur effective d'inductance ou de capacité, les valeurs maximales de capacité et d'inductance peuvent être utilisées pour les matériels de sécurité intrinsèque (analyseur) et pour les câbles d'interconnexion.

C.5 Résumé

Il se révèle bien souvent nécessaire, dans la conception et la construction des installations de mesure et de transformation utilisées dans les industries chimiques et pétrochimiques, de combiner plusieurs matériels certifiés à des circuits de sécurité intrinsèque.

Les règles d'installation décrites dans la CEI 60079-14 permettent au concepteur, au constructeur ou à l'opérateur d'une installation électrique située dans un emplacement dangereux de manipuler des combinaisons de ce type sous sa propre responsabilité si une vérification par calcul ou par mesurage de la sécurité de l'interconnexion est effectuée. Dans la mesure où l'opérateur ne dispose généralement pas d'une installation permettant de procéder à une vérification par mesurage (il ne dispose pas de l'équipement requis), une procédure de calcul appropriée est à sa disposition. La CEI 60079-14 n'a jusqu'à présent fourni qu'une procédure pouvant être utilisée exclusivement pour les sources ayant une résistance interne strictement linéaire, cela ne permet toutefois pas toujours d'obtenir des configurations sûres. Dans la pratique, toutefois, les sources à caractéristique non linéaire sont fréquentes, et jusqu'à ce jour il n'a été possible de les combiner qu'avec l'assistance d'un laboratoire d'essai.

Une méthode a par conséquent été élaborée permettant d'évaluer la sécurité de la combinaison de réseaux avec des circuits linéaires et non linéaires au moyen de diagrammes. La procédure décrite ici est applicable aux Groupes d'explosion IIB et IIC et à un emplacement dangereux de zone 1.

La somme graphique des caractéristiques de sortie des sources de sécurité intrinsèque impliquées constitue la partie fondamentale de la procédure. Les caractéristiques résultantes sont ensuite tracées sur un diagramme approprié permettant d'évaluer la sécurité intrinsèque des circuits résistifs, inductifs, capacitifs et combinés (à savoir au moyen d'une charge inductive et capacitive simultanée). Cette procédure présente l'avantage significatif de pouvoir relever toutes les informations et toutes les conditions limites relatives aux données de sécurité sur un seul diagramme. Le coefficient de sécurité de 1,5 requis est déjà intégré aux diagrammes.

C.6 Diagrammes

Le diagramme de la Figure C.9 est inclus de manière à pouvoir être utilisé comme copie sur un transparent. Les diagrammes auto-calculés relatifs à la somme de tension ou de courant peuvent alors être tracés et disposés sur les différents diagrammes de limites (diagrammes à échelle classique) pour évaluation. Les diagrammes de limites, conformes au Tableau C.2, des pages suivantes sont donnés à la fois avec une échelle classique et avec une échelle optimisée.

The resultant values for the combination are as follows:

Explosion Group IIB

Maximum values

$$U_o = 28,7 \text{ V}$$

$$I_o = 264 \text{ mA}$$

$$P_o = 1,9 \text{ W}$$

$$L_o = 0,5 \text{ mH}$$

$$C_o = 400 \text{ nF}$$

Because, in the present example, the associated apparatus (power supply, display and plotter) have no effective inductance or capacitance values at the intrinsically safe inputs/outputs, the maximum values for capacitance and inductance may be used for the intrinsically safe apparatus (analyser) and for the interconnection cables.

C.5 Summary

In the design and construction of measuring and process plant in the chemical and petrochemical industries, it is frequently necessary to combine several certified pieces of apparatus with intrinsically safe circuits.

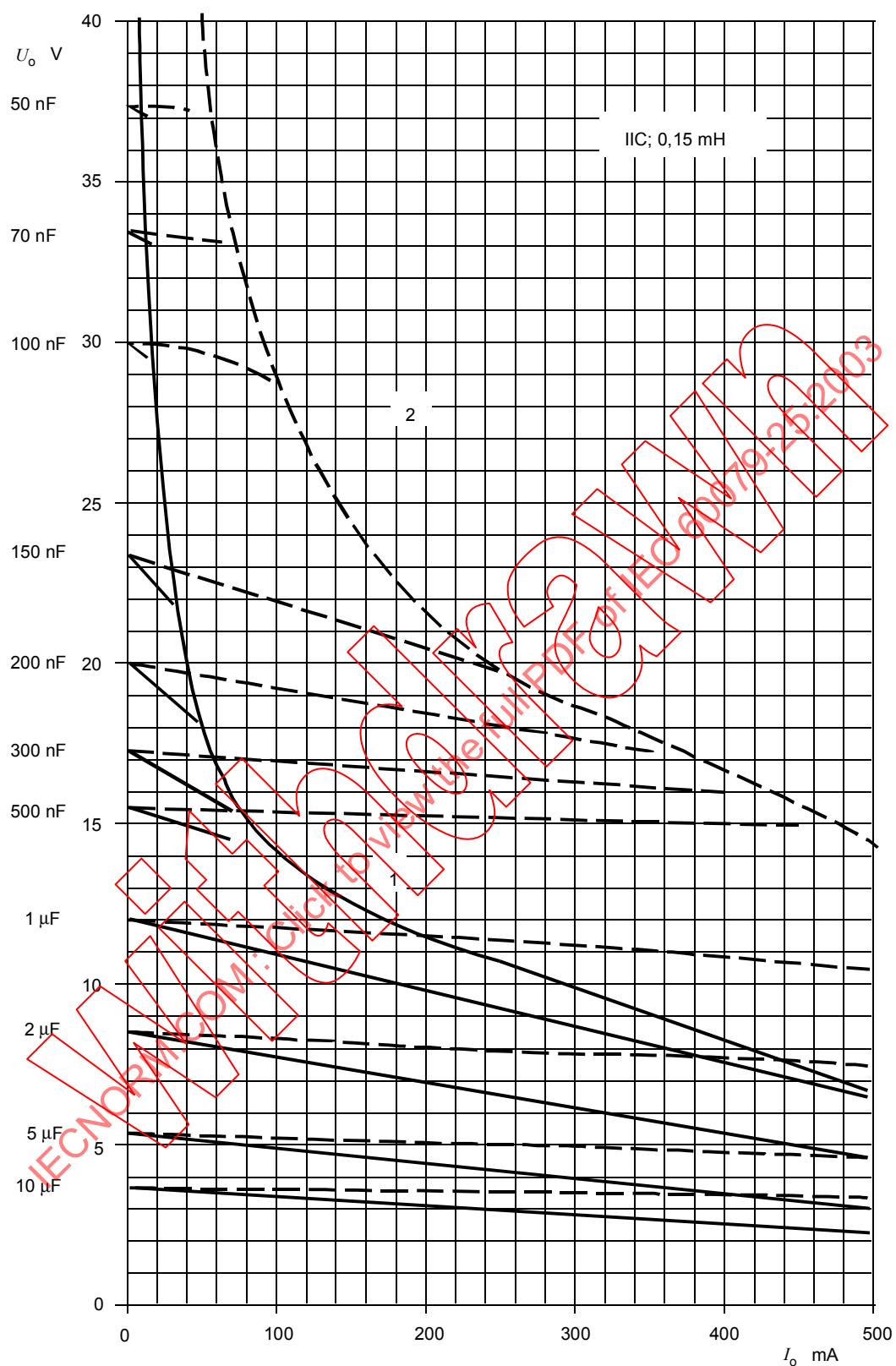
The installation rules of IEC 60079-14 permit the designer, constructor or operator of an electric installation in a hazardous area to handle such combinations at his own responsibility if a calculated or measured proof of the safety of the interconnection is carried out. Since the operator has, generally, no facility for a measured proof (the required equipment is not available to the operator), the operator is left with a suitable calculation procedure. IEC 60079-14 has up to now provided only a procedure that can be used exclusively for sources with purely linear internal resistance and even this does not always result in safe configurations. In practice however, sources with non-linear characteristic occur frequently, and up till now the combination of these were only possible with the support of a testing station.

A method was therefore developed which permits the safety assessment of the combination of networks with linear and non-linear circuits to be performed by means of diagrams. The procedure described here is applicable to explosion Groups IIB and IIC and for hazardous area zone 1.

The basic part of the procedure is the graphical summation of the output characteristics of the intrinsically safe sources involved. The resultant characteristics are then plotted in a suitable diagram from which the intrinsic safety of the resistive, inductive, capacitive and combined circuits can be assessed (that is with a simultaneous inductive and capacitive load). A significant advantage of this procedure is that all information and boundary conditions relating to the safety data can be taken from just one diagram. The required safety factor of 1,5 is already incorporated into the diagrams.

C.6 Diagrams

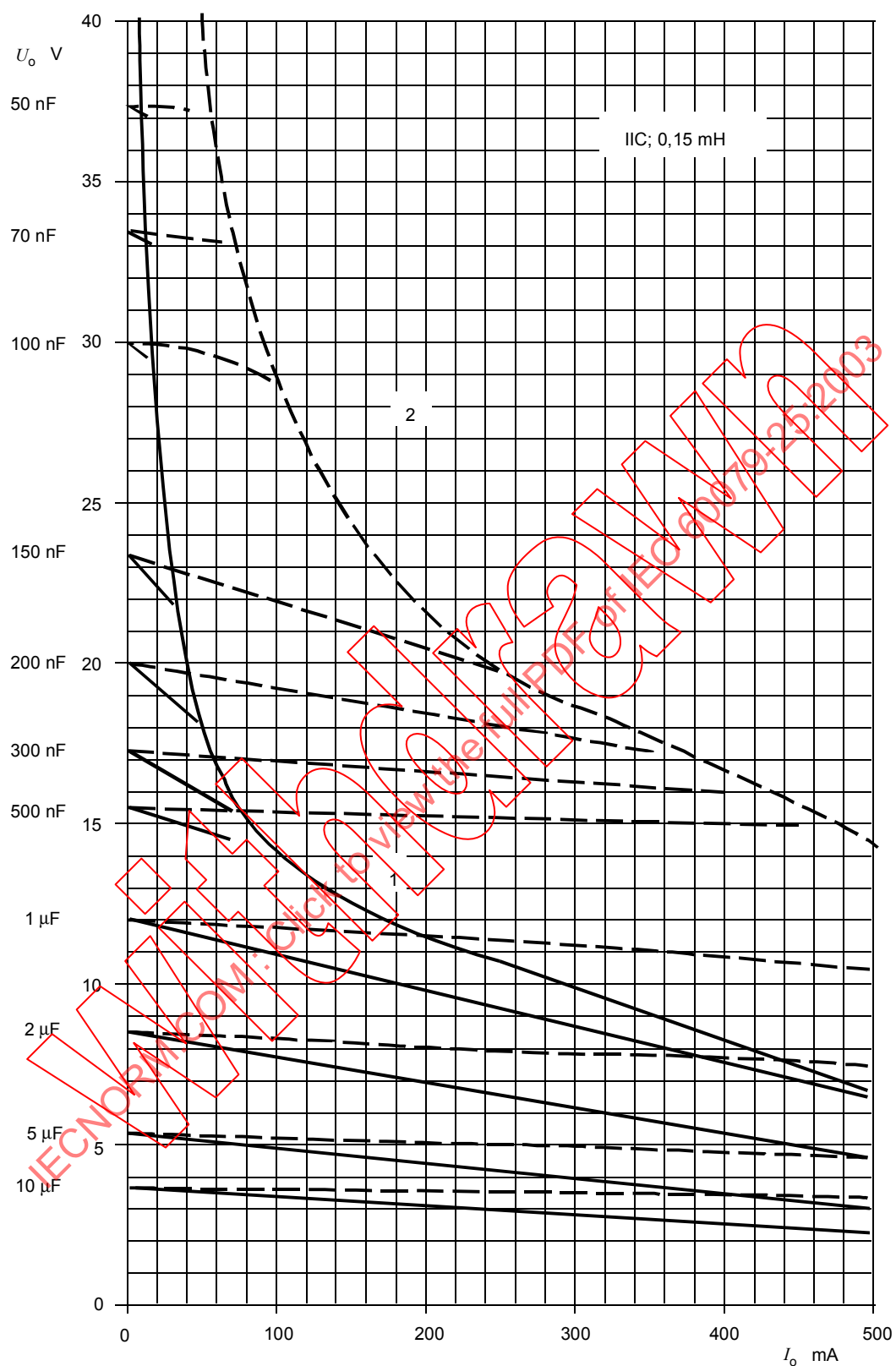
The diagram in Figure C.9 is included so that it may be used for copying onto a transparency. The self-calculated diagrams for voltage sum or current sum then can be drawn and laid upon the different limit diagrams (common scale versions) for assessment. On the following pages the limit diagrams according to Table C.2 are given both in a common scale and in optimized scale.



Légende

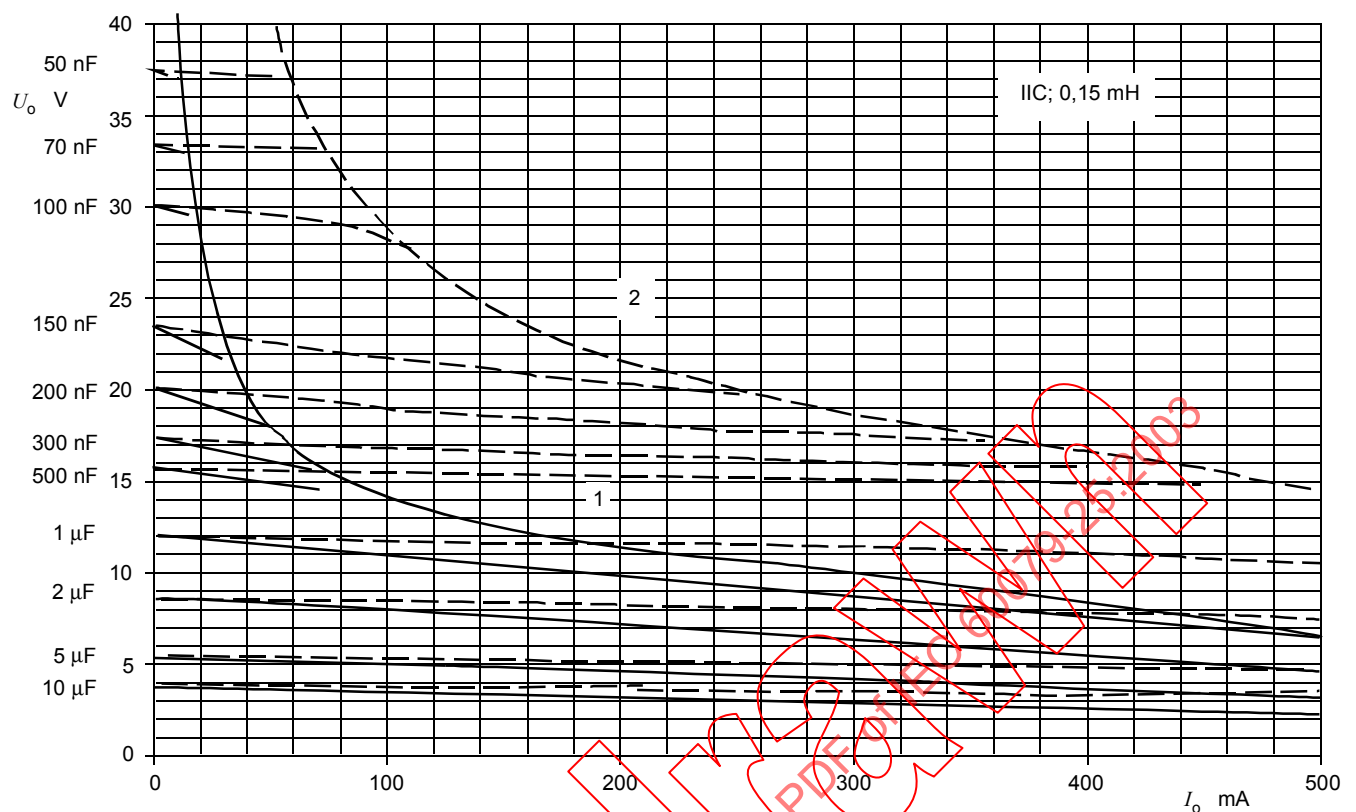
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7a) – Diagramme pour 0,15 mH

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7a) – Diagram for 0,15 mH

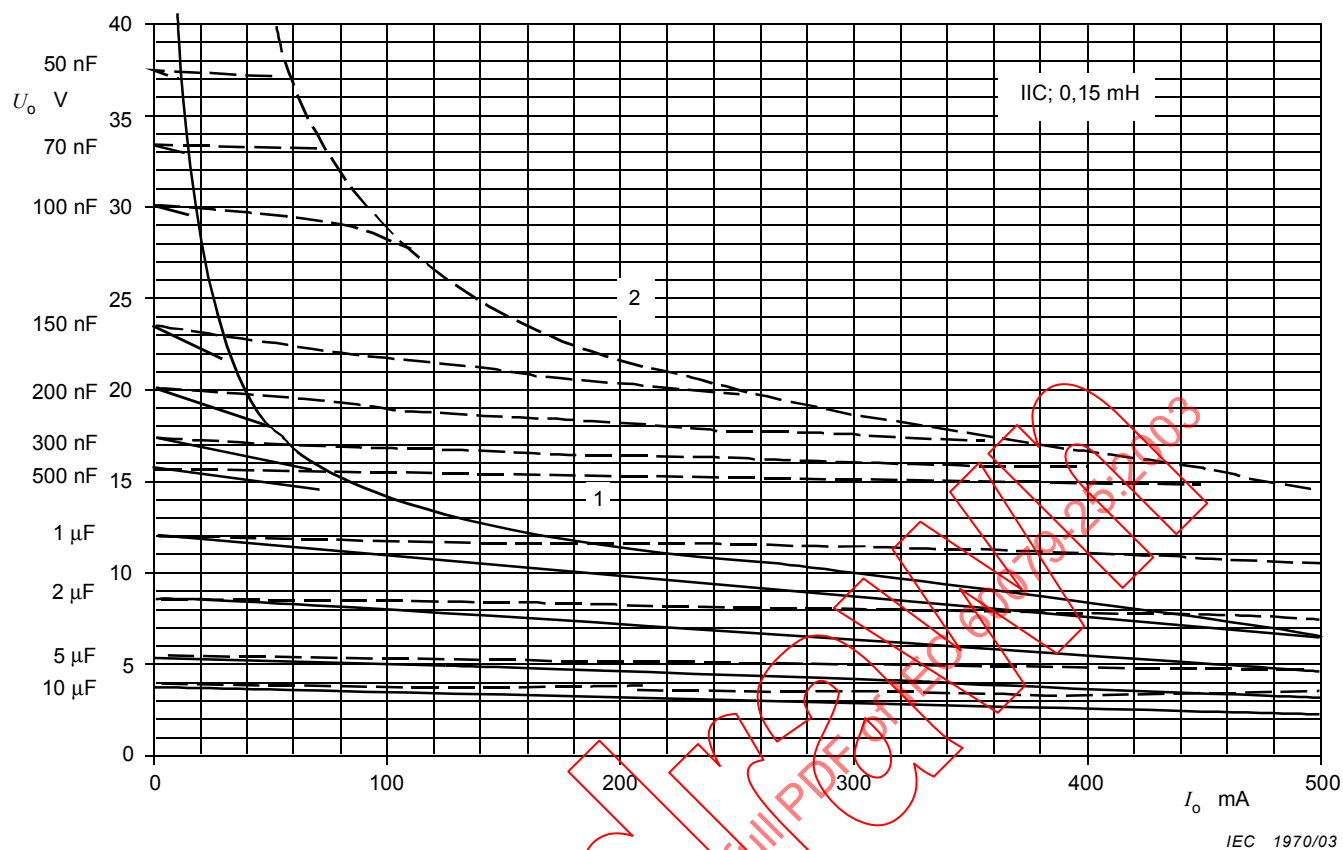


IEC 1970/03

Légende

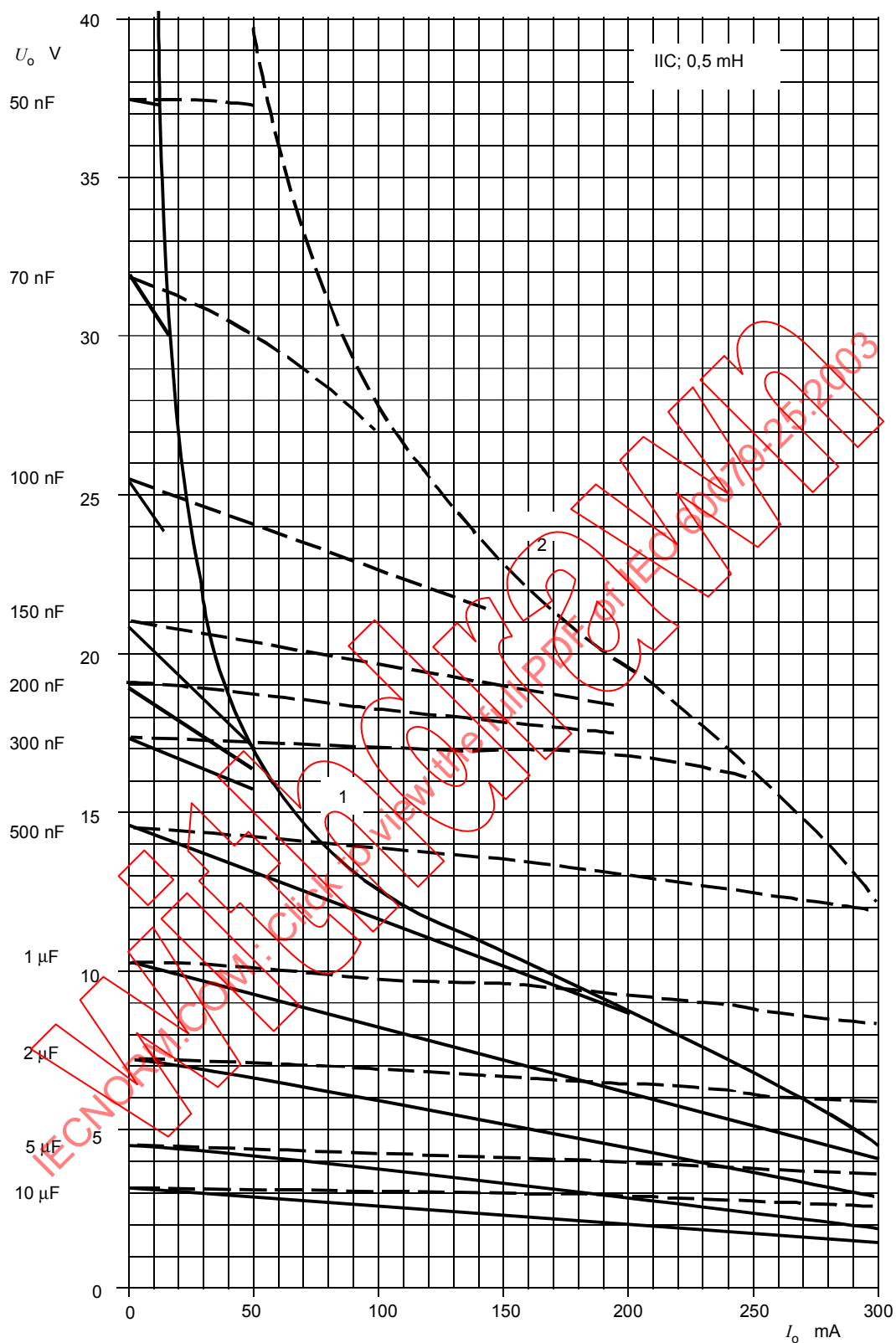
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7a) – Diagramme pour 0,15 mH (suite)

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

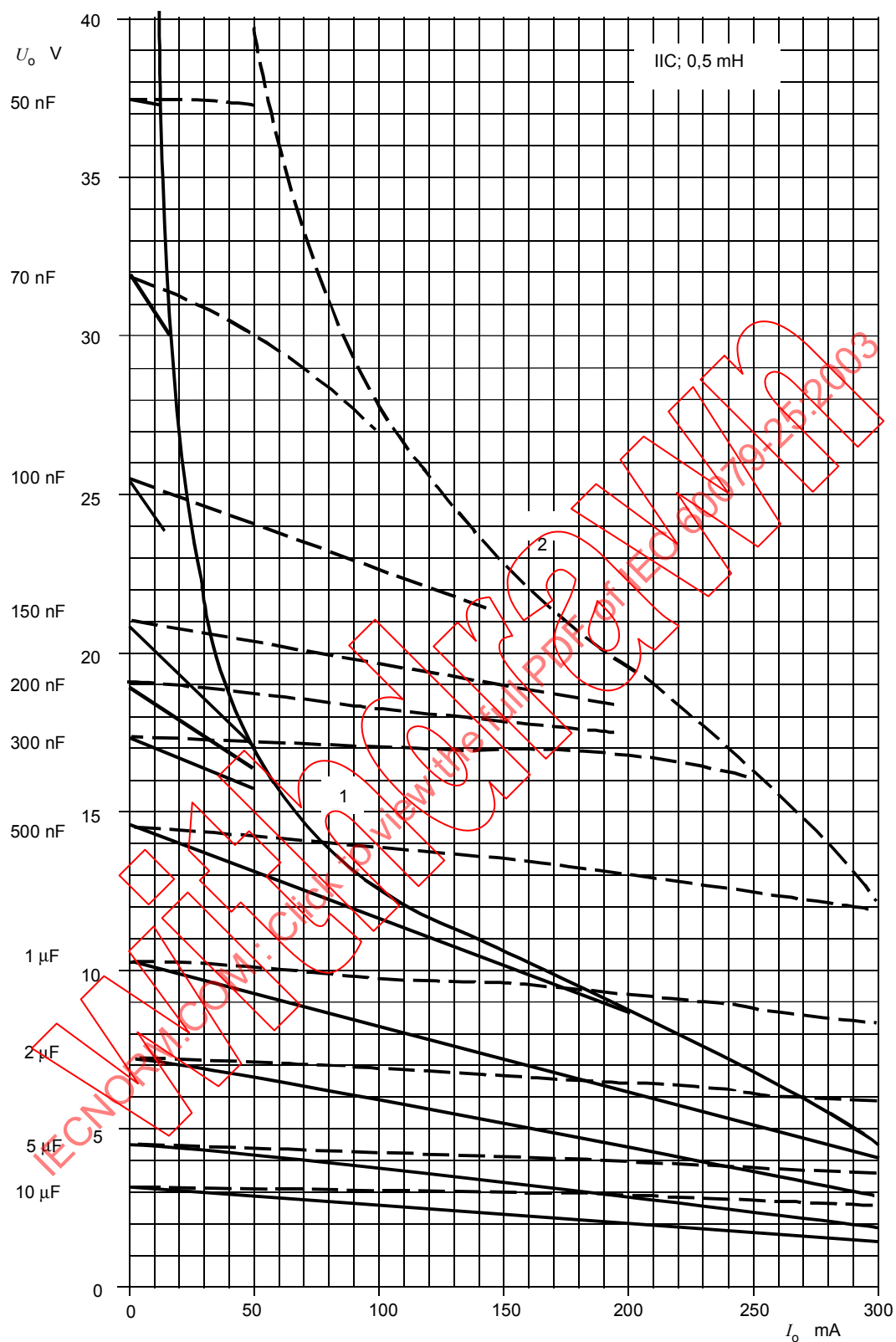
Figure C.7a) – Diagram for 0,15 mH (continued)



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7b) – Diagramme pour 0,5 mH

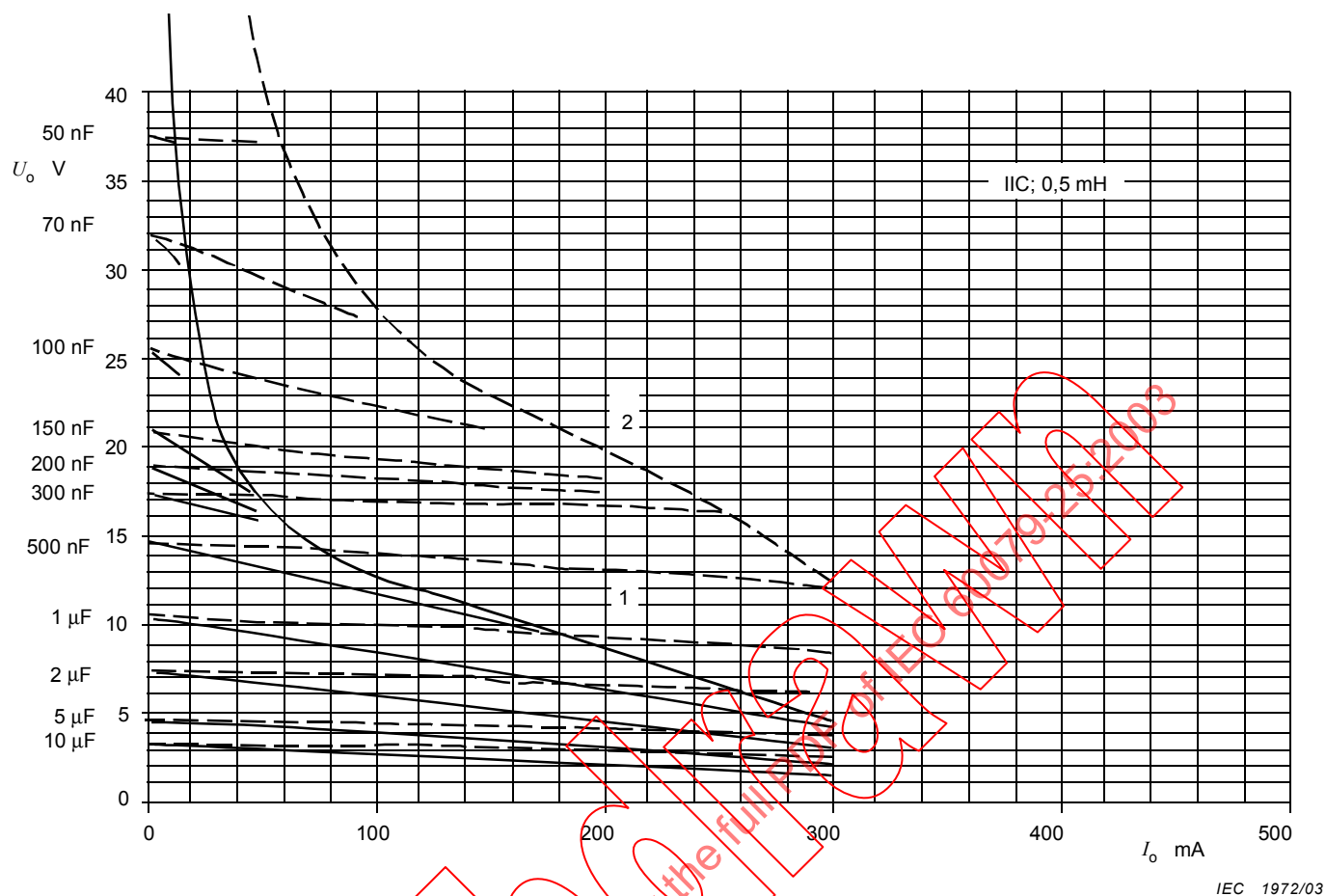


IEC 1971/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

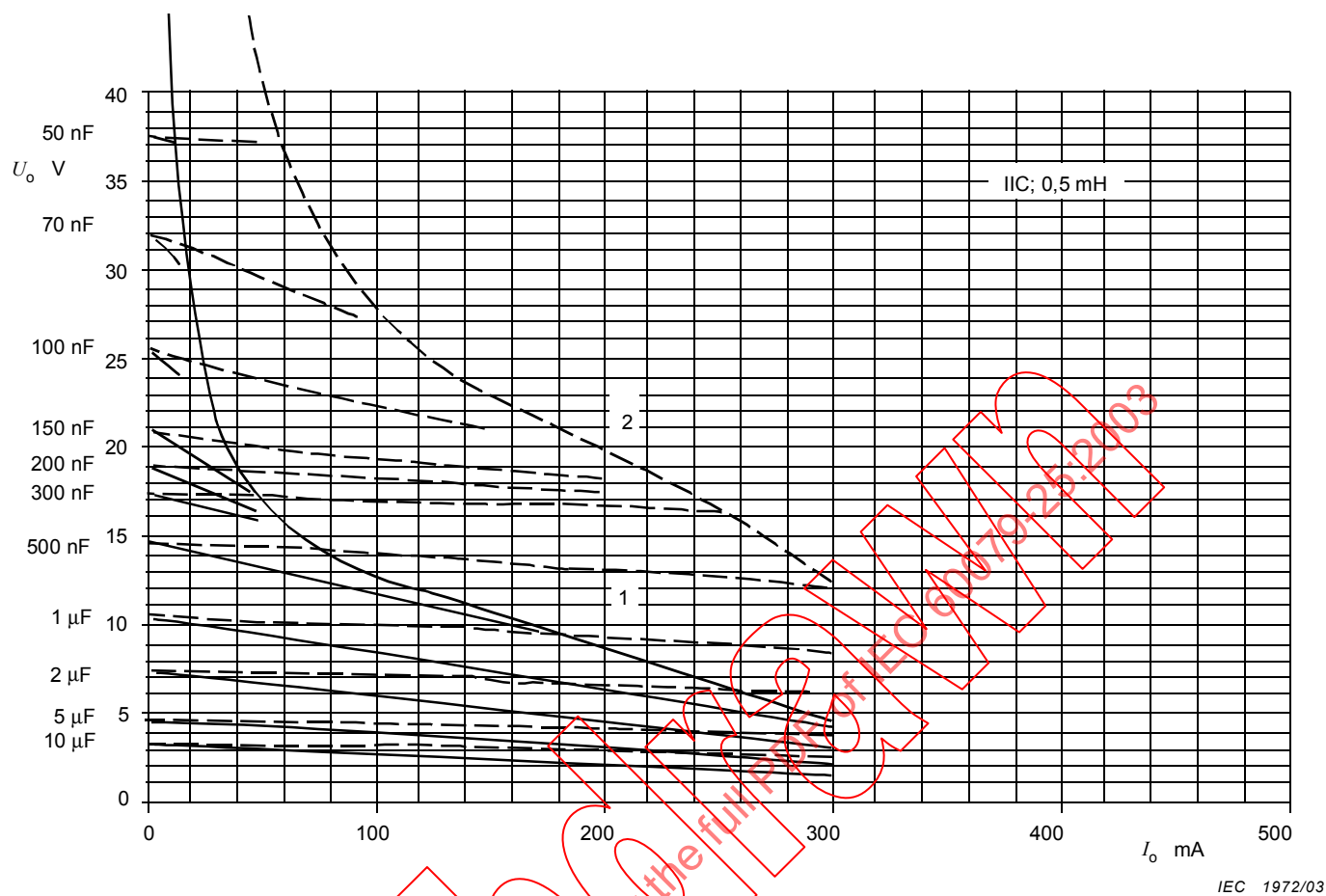
Figure C.7b) – Diagram for 0,5 mH



Légende

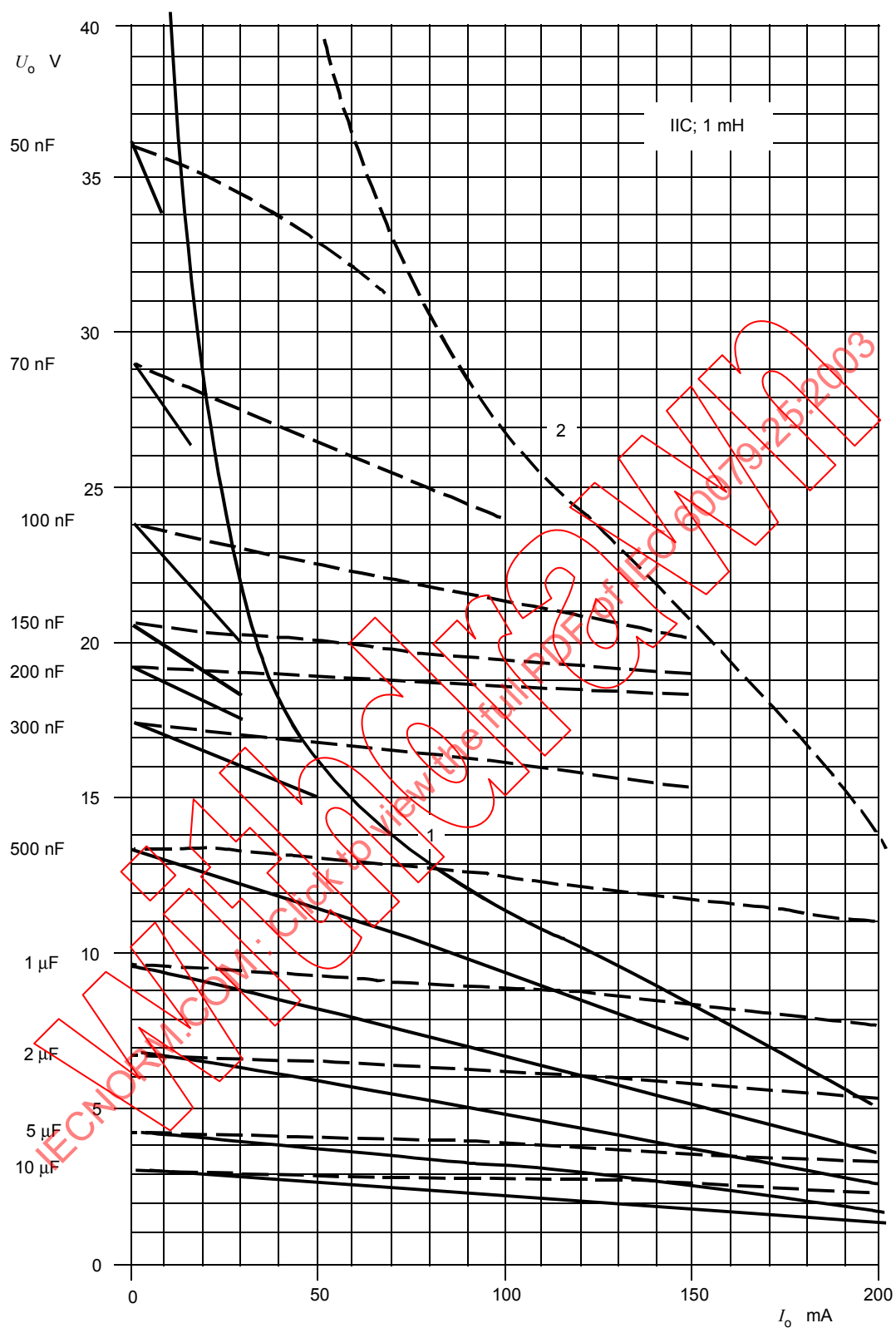
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7b) – Diagramme pour 0,5 mH (suite)

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7b) – Diagram for 0,5 mH (continued)

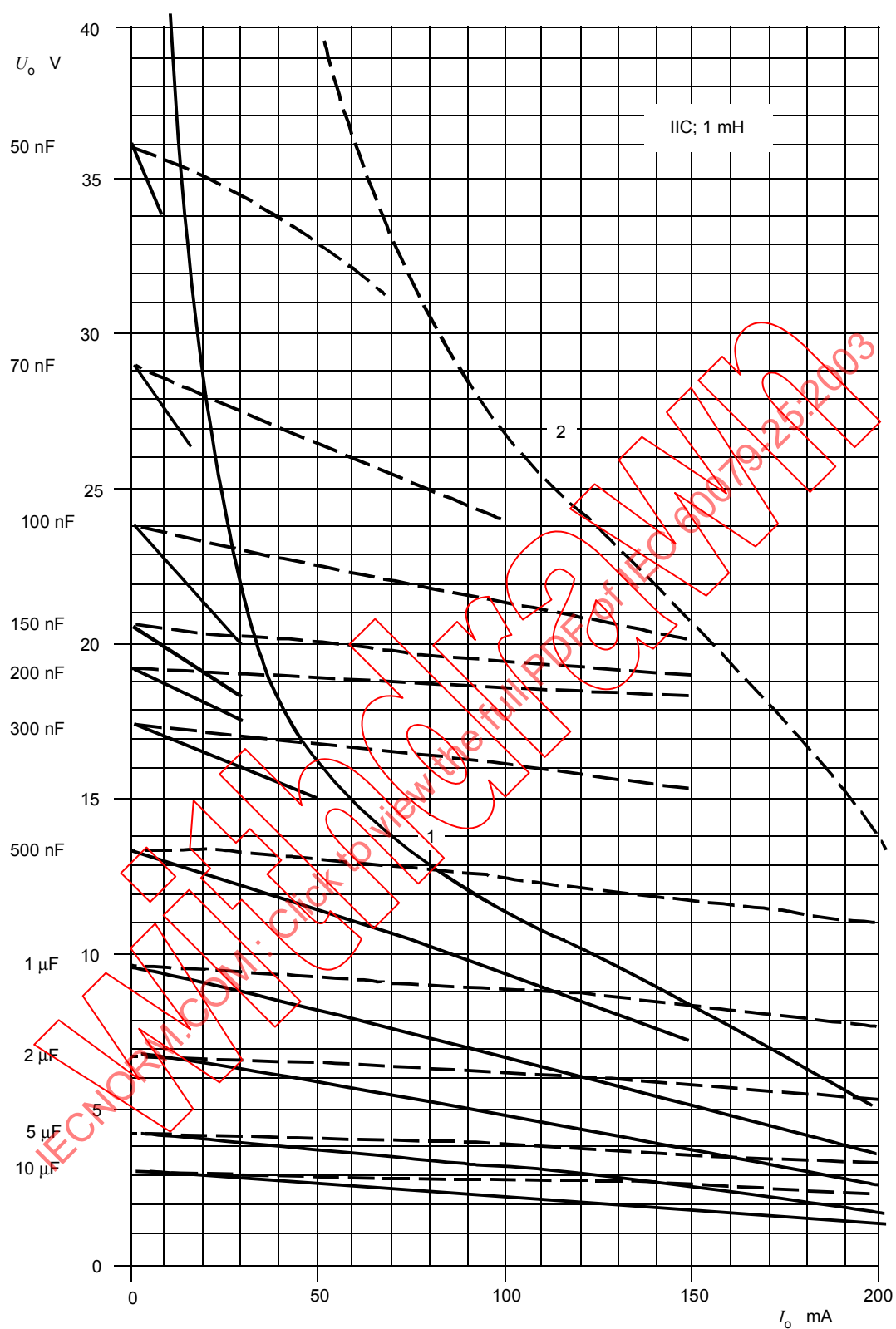


IEC 1973/03

Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7c) – Diagramme pour 1 mH

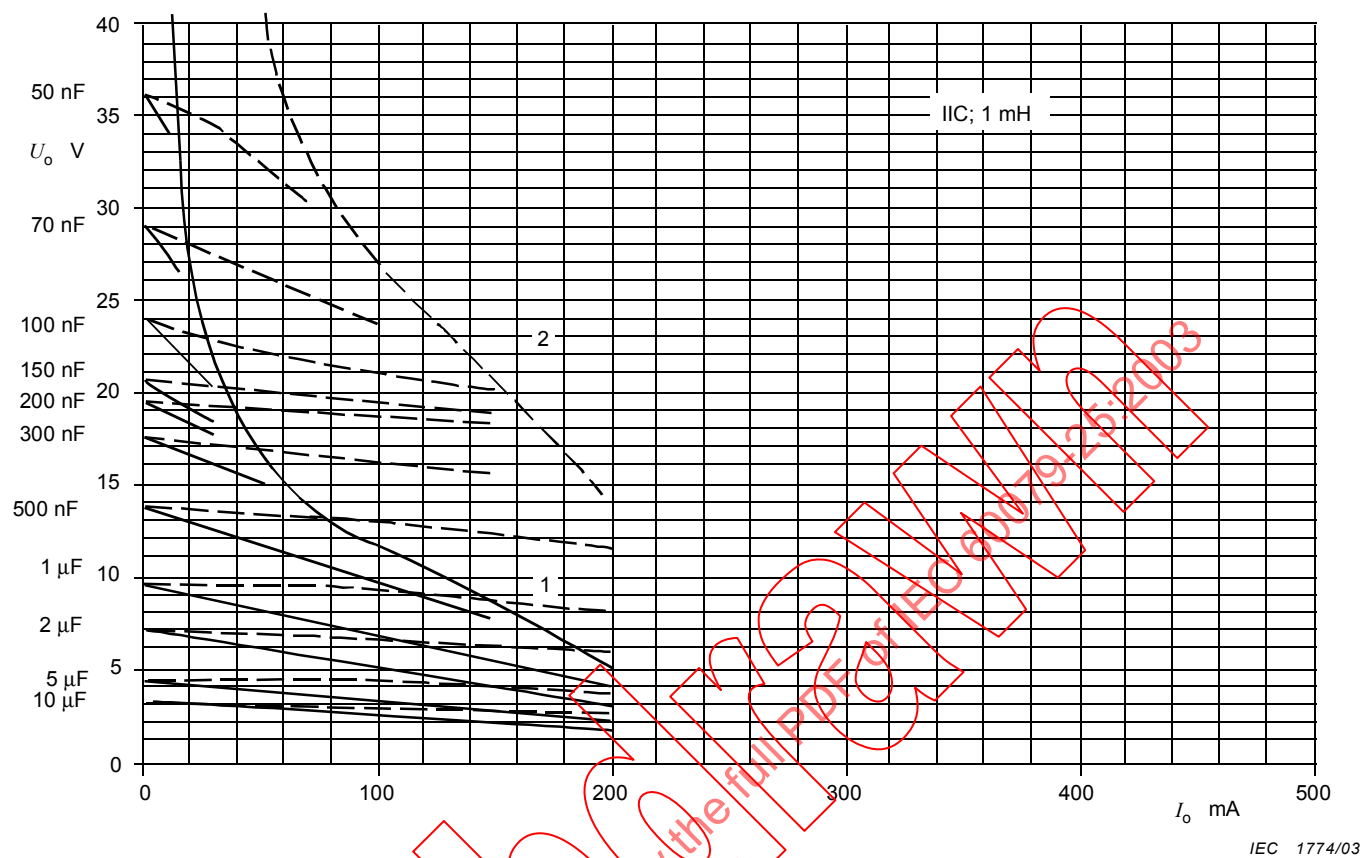


IEC 1973/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

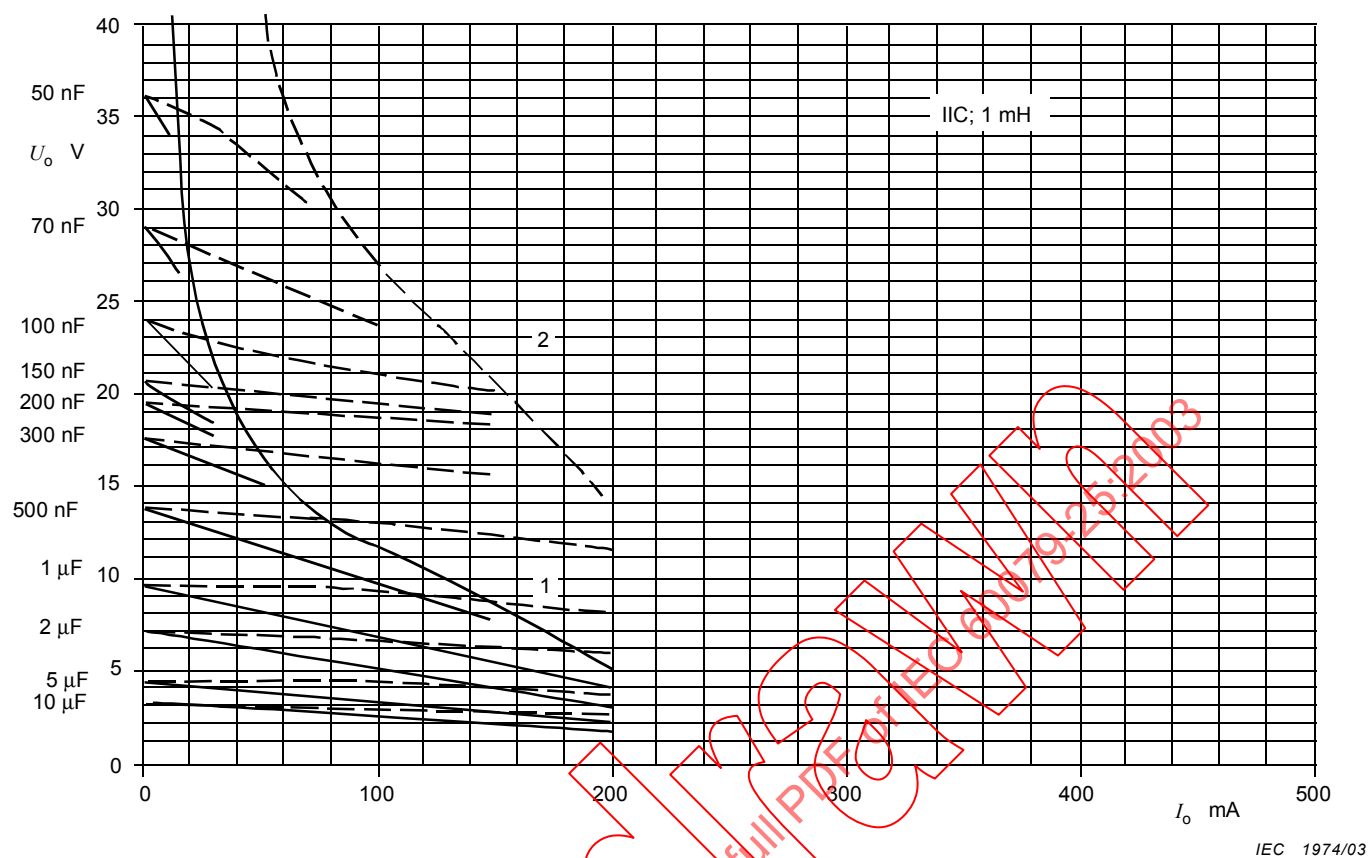
Figure C.7c) – Diagram for 1 mH



Légende

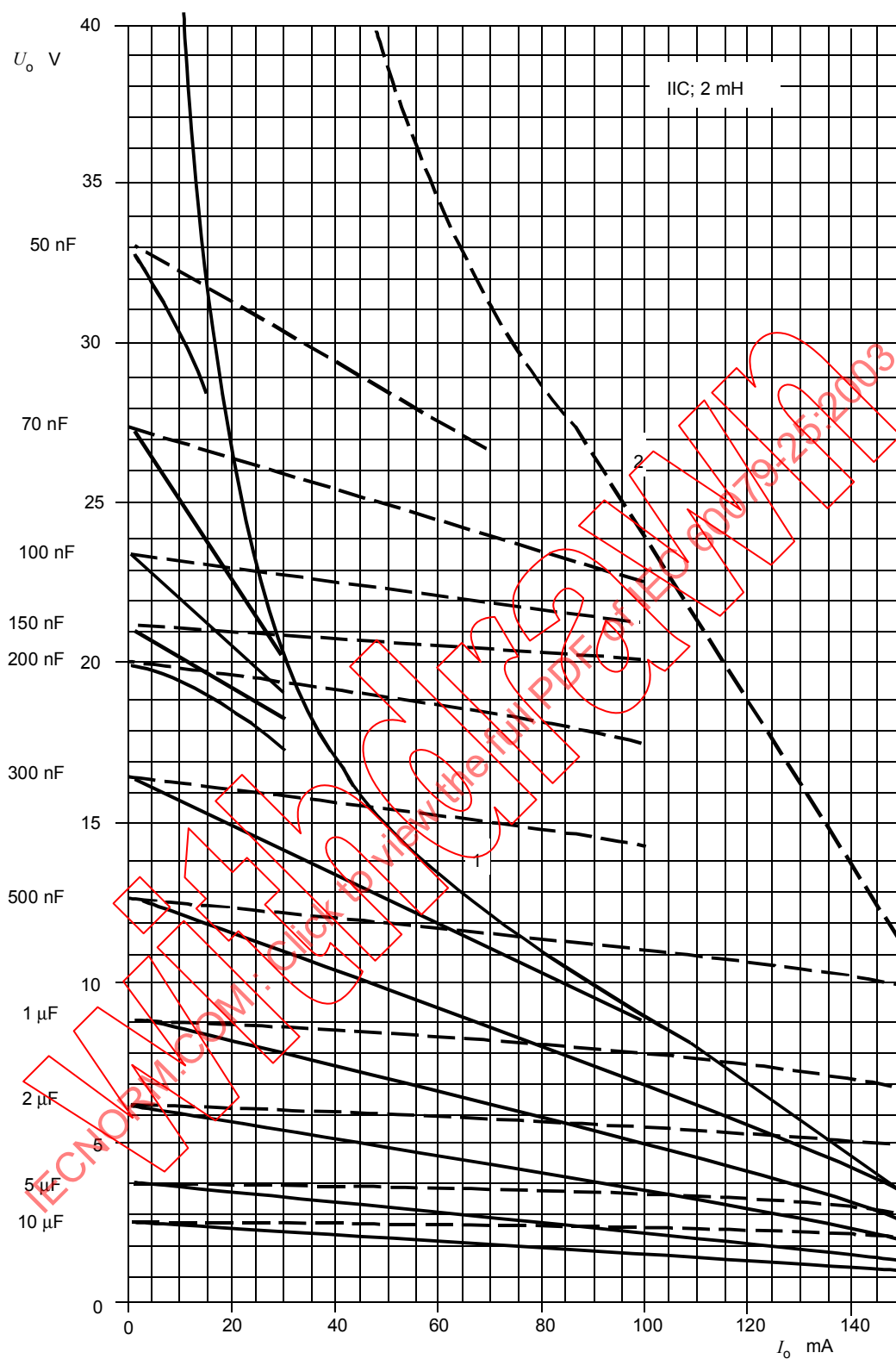
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7c) – Diagramme pour 1 mH (suite)

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7c) – Diagram for 1 mH (continued)

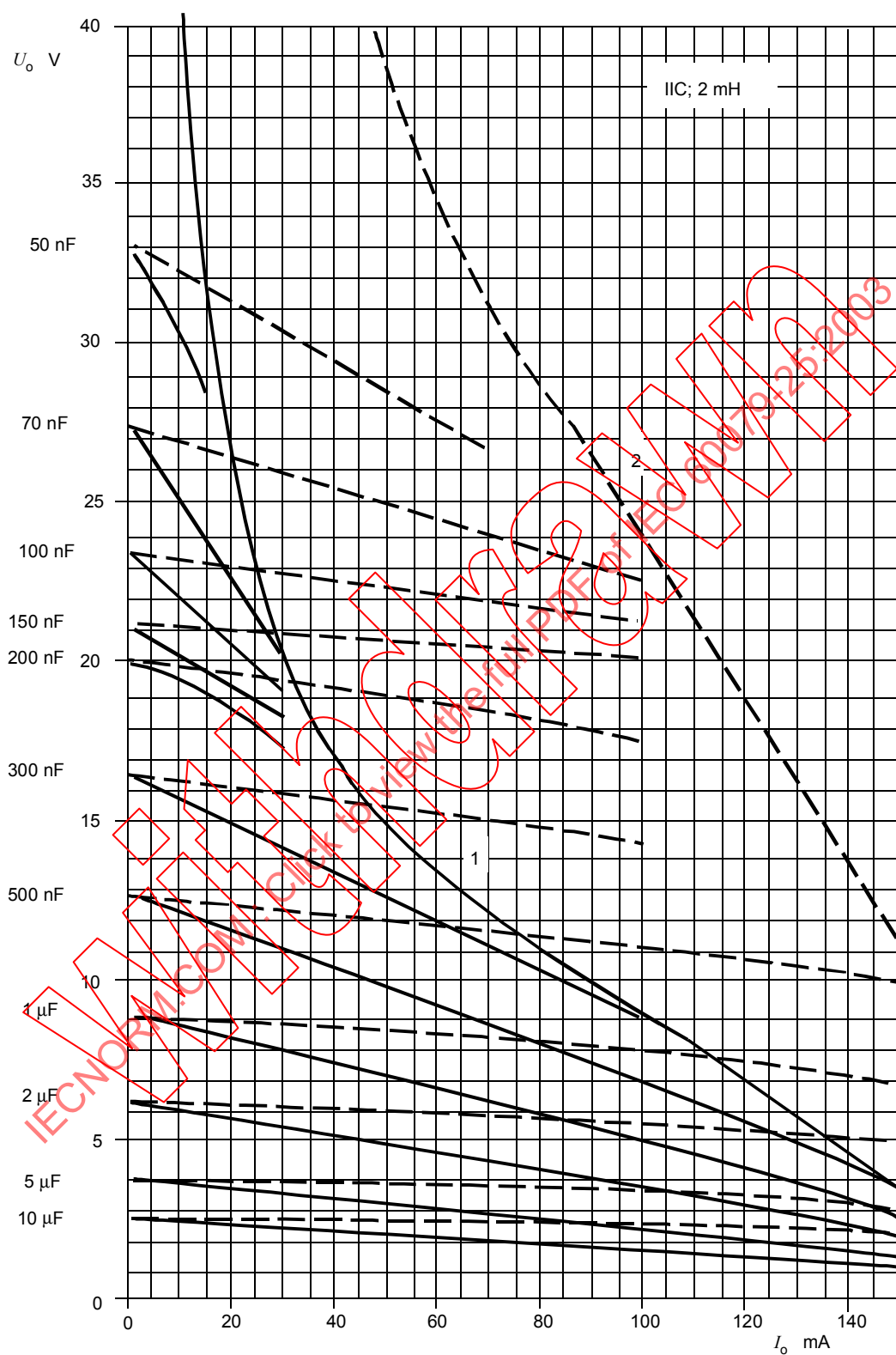


IEC 1975/03

Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7d) – Diagramme pour 2 mH

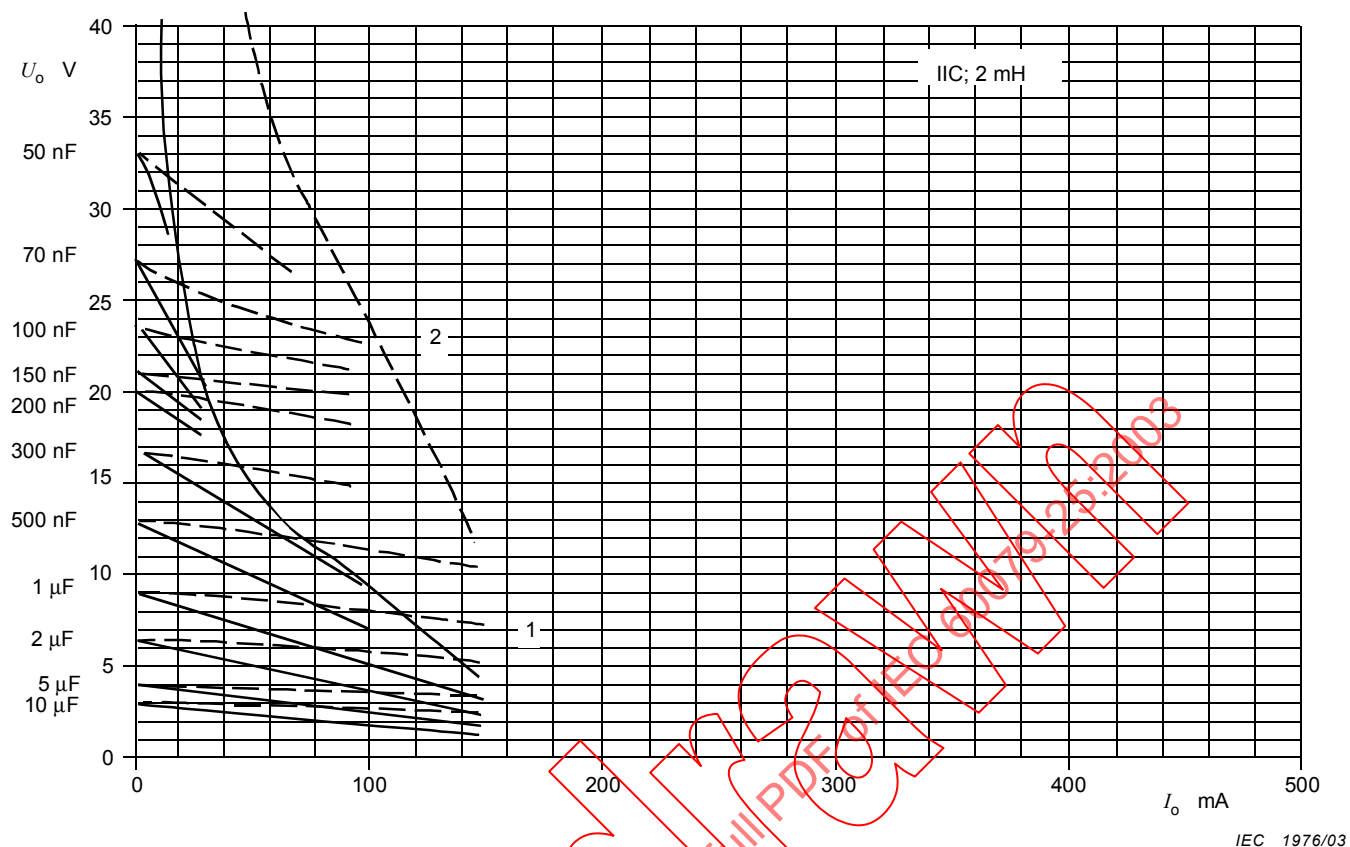


IEC 1975/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

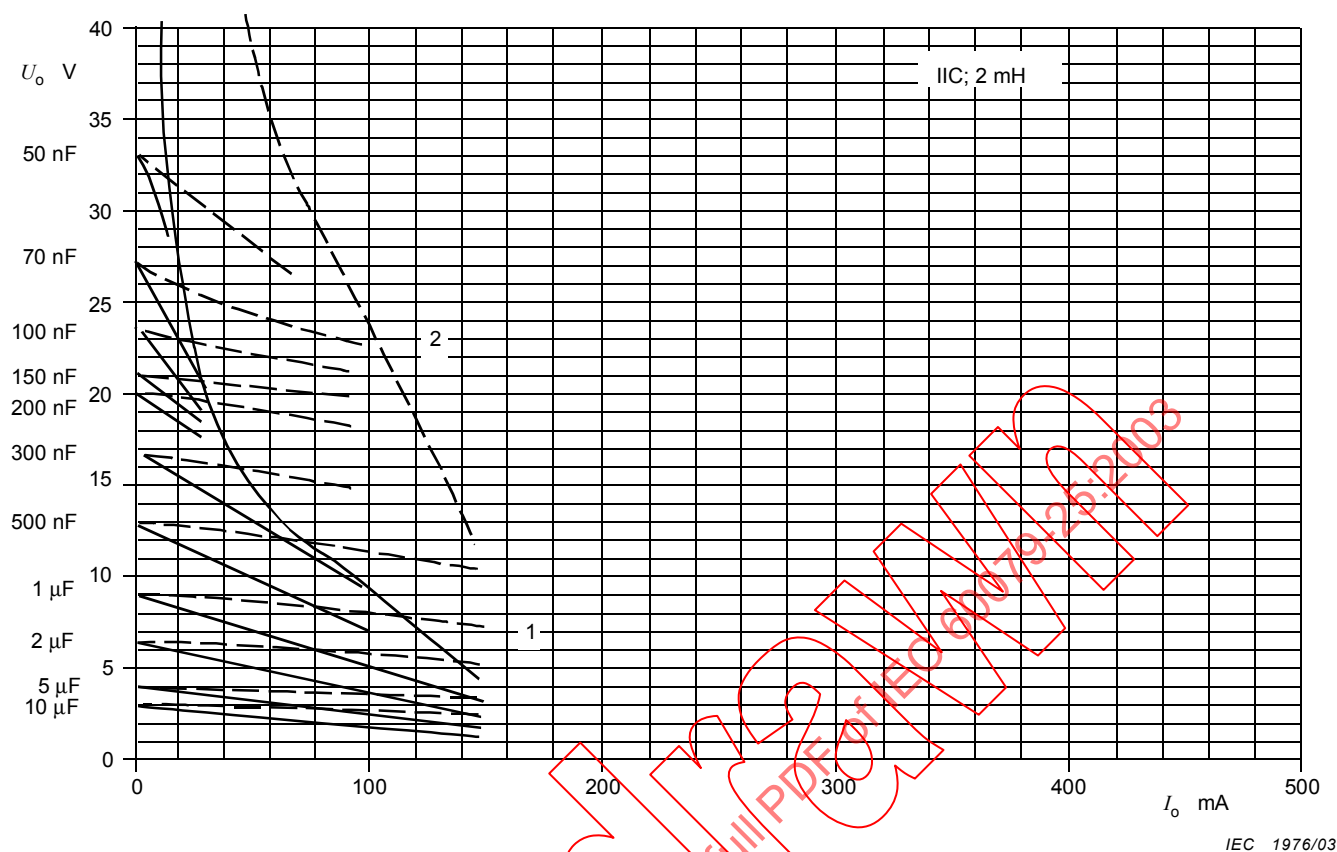
Figure C.7d) – Diagram for 2 mH



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

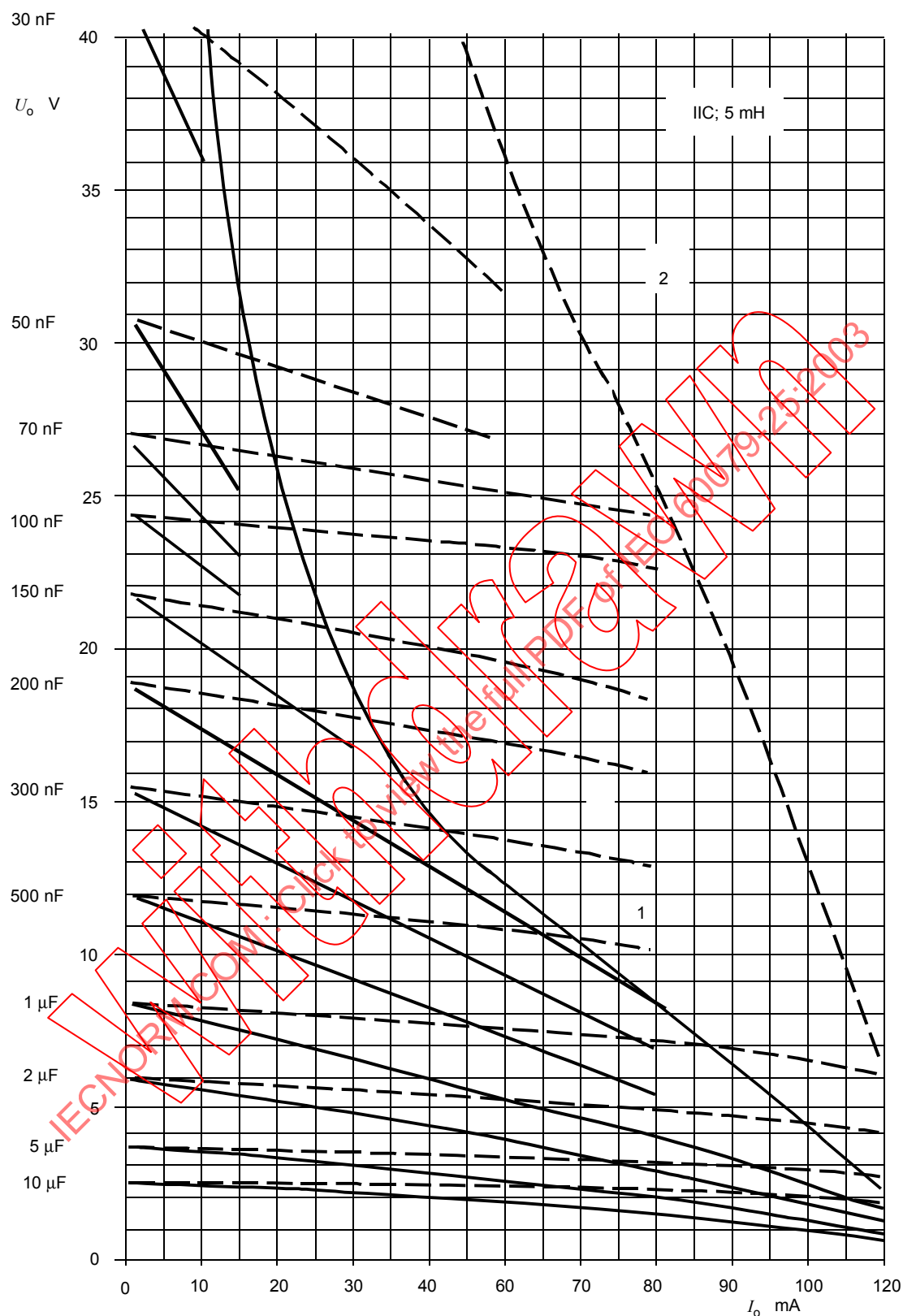
Figure G.7d) – Diagramme pour 2 mH (suite)



Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7d) – Diagram for 2 mH (continued)

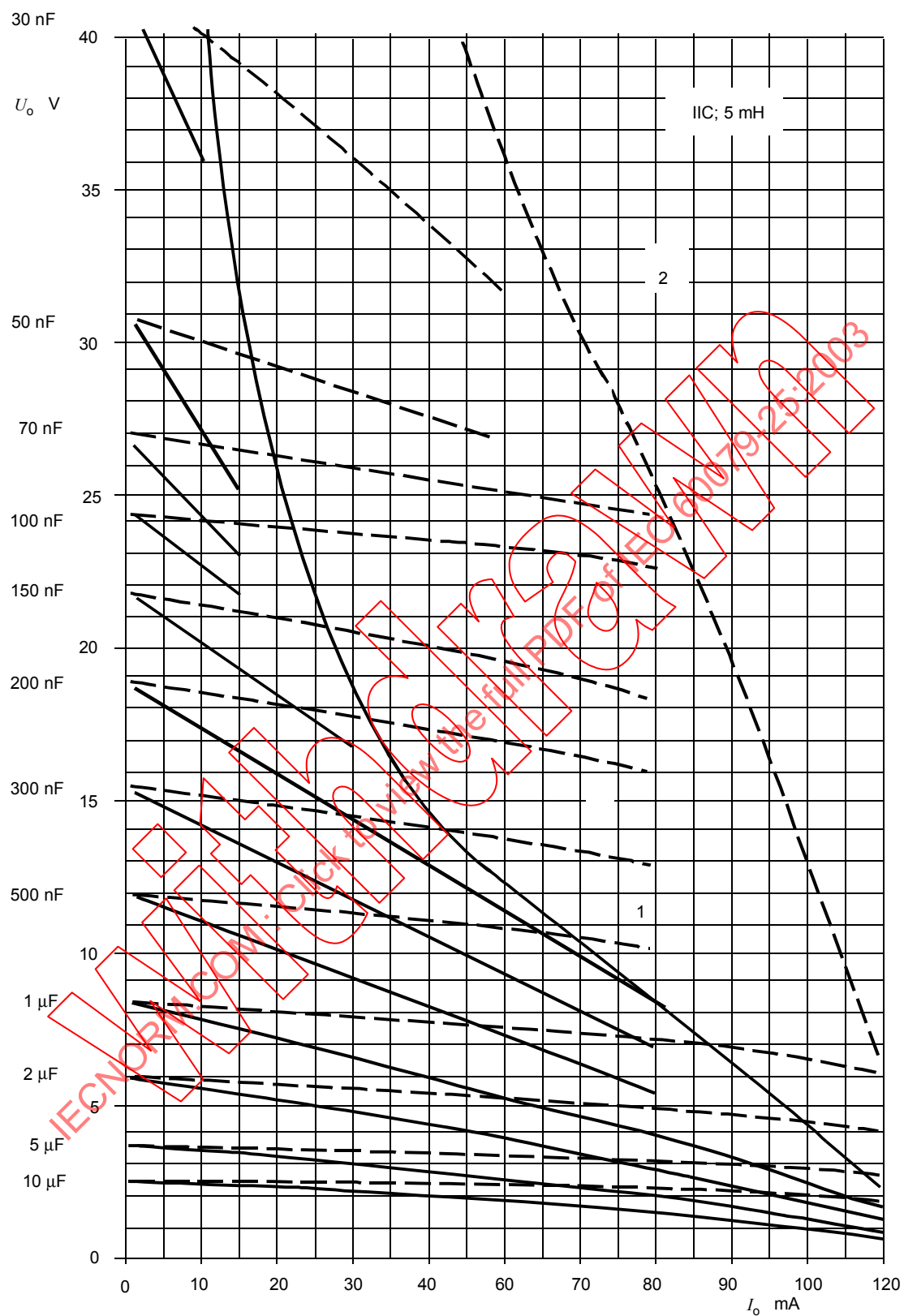


IEC 1977/03

Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7e) – Diagramme pour 5 mH

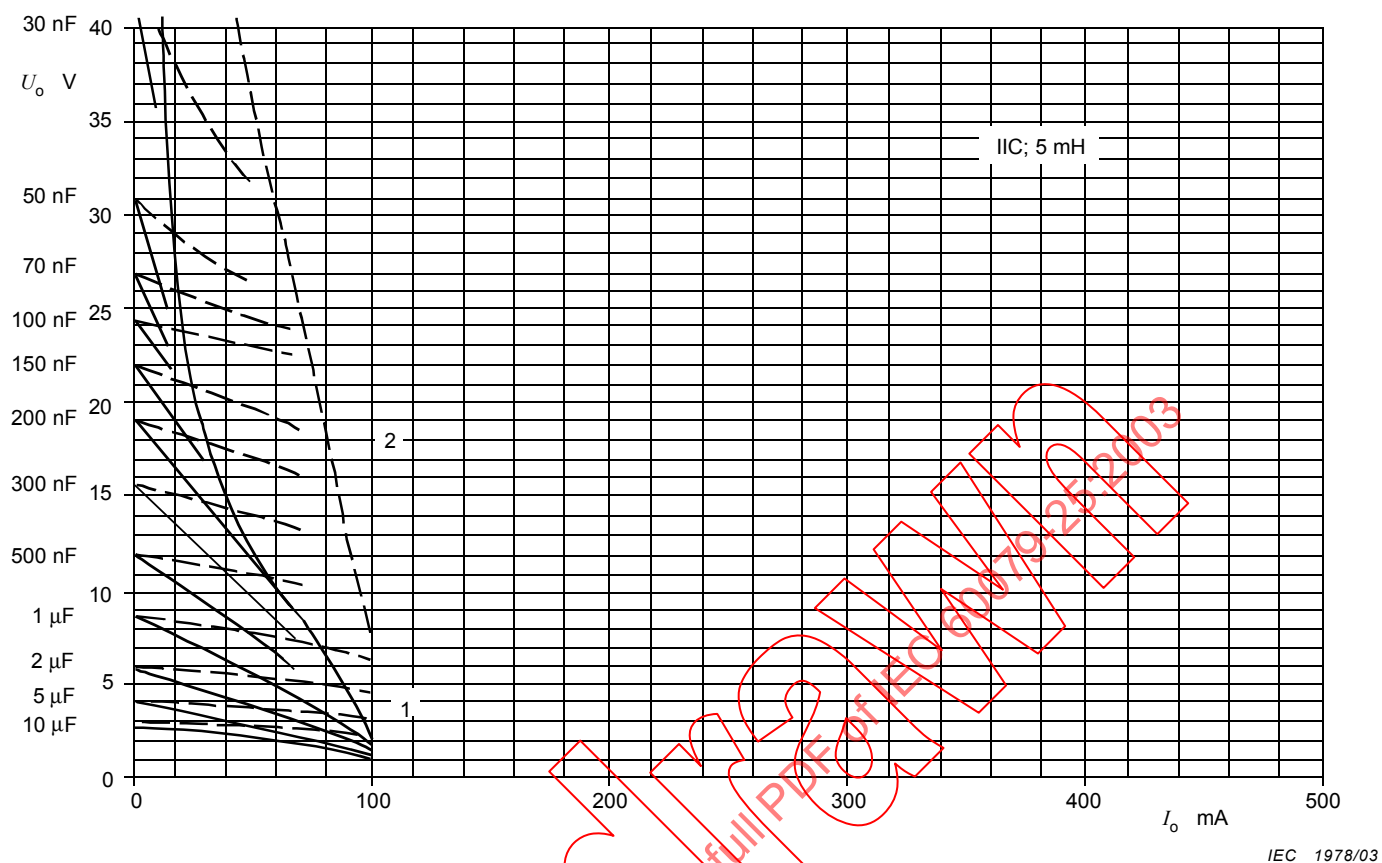


IEC 1977/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7e) – Diagram for 5 mH

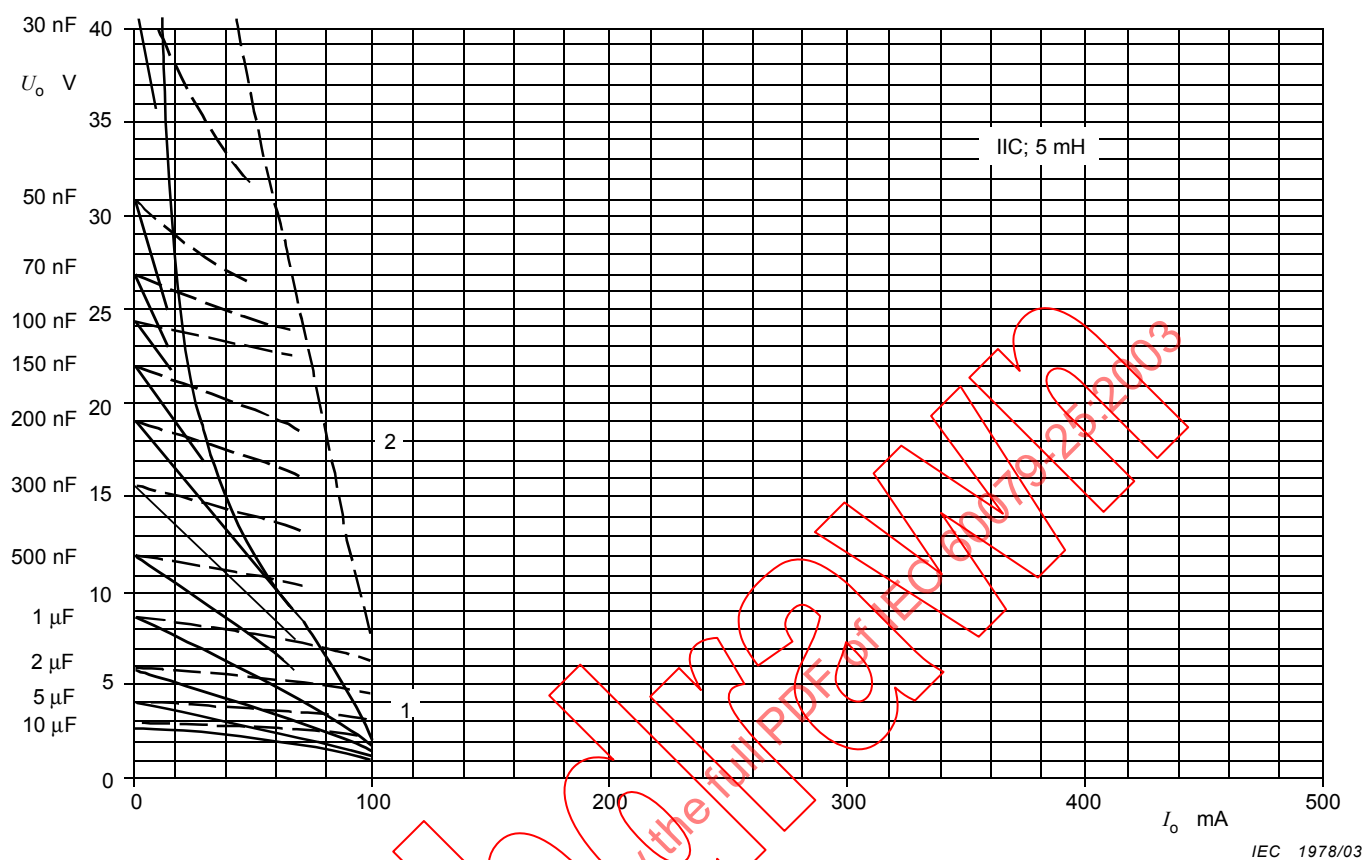


Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.7e) – Diagramme pour 5 mH (suite)

Figure C.7 – Diagramme de courbes de limites pour caractéristique de source universelle – Groupe IIC

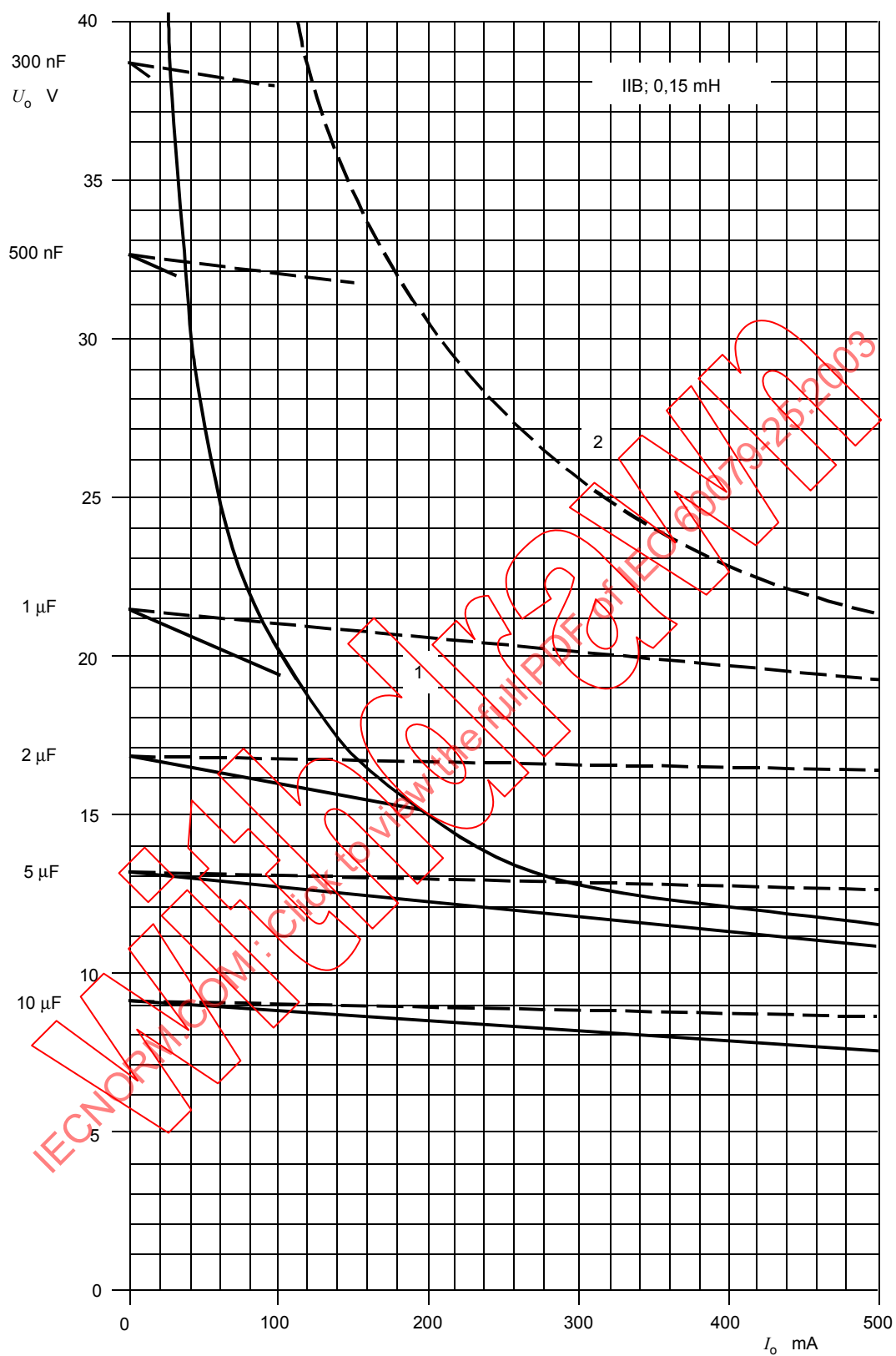


IEC 1978/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

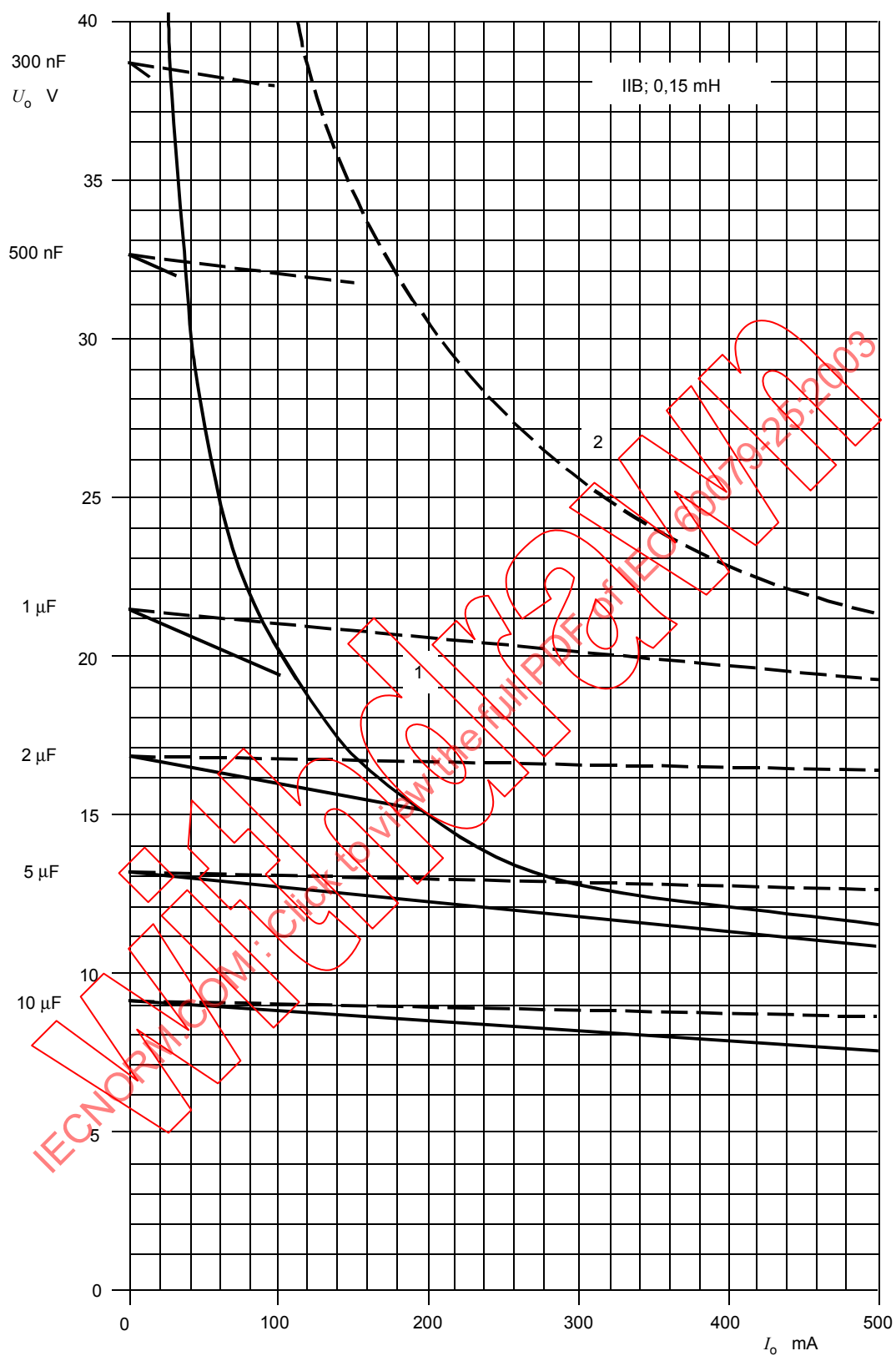
Figure C.7e) – Diagram for 5 mH (continued)**Figure C.7 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIC**



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.8a) – Diagramme pour 0,15 mH

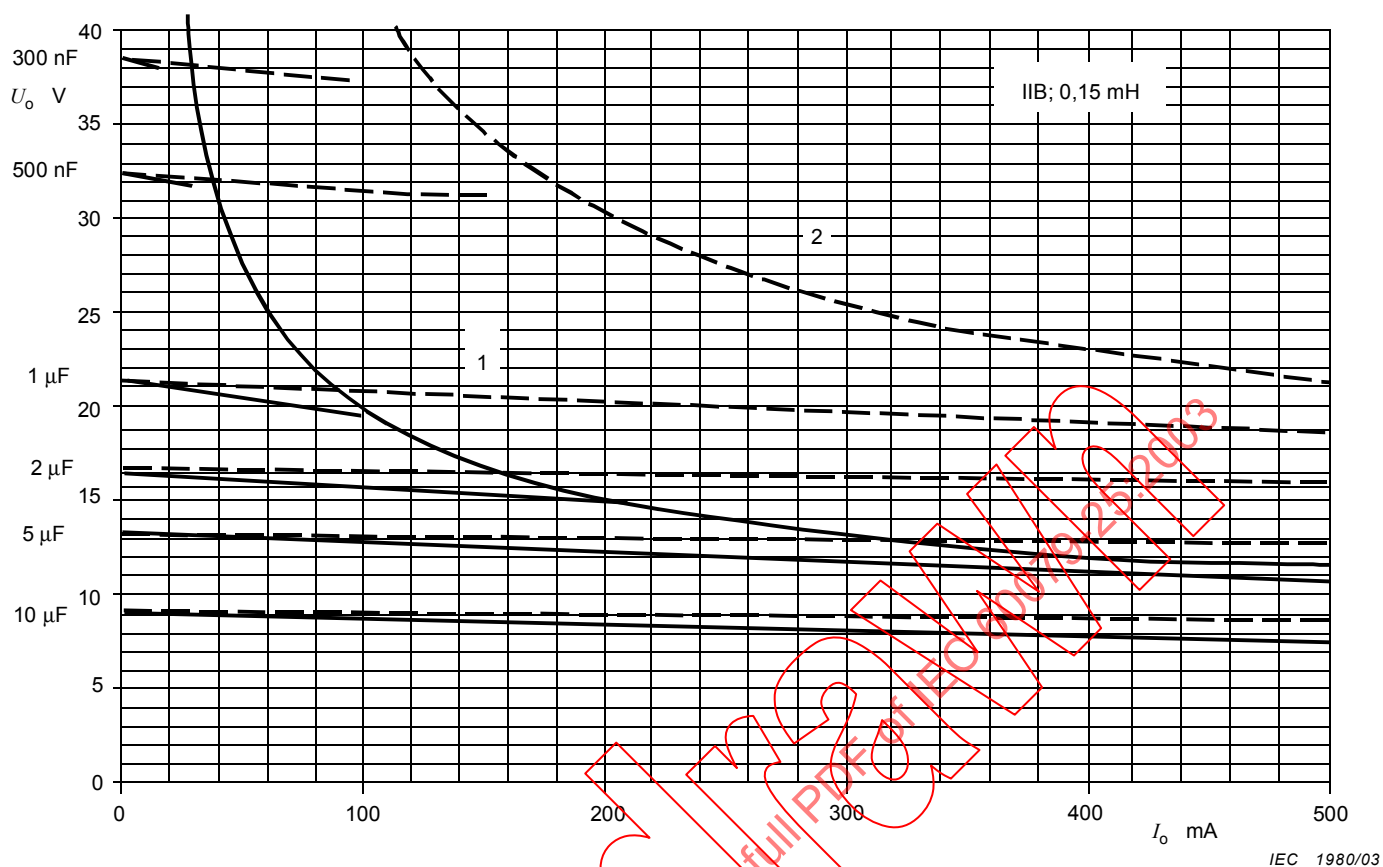


IEC 1979/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

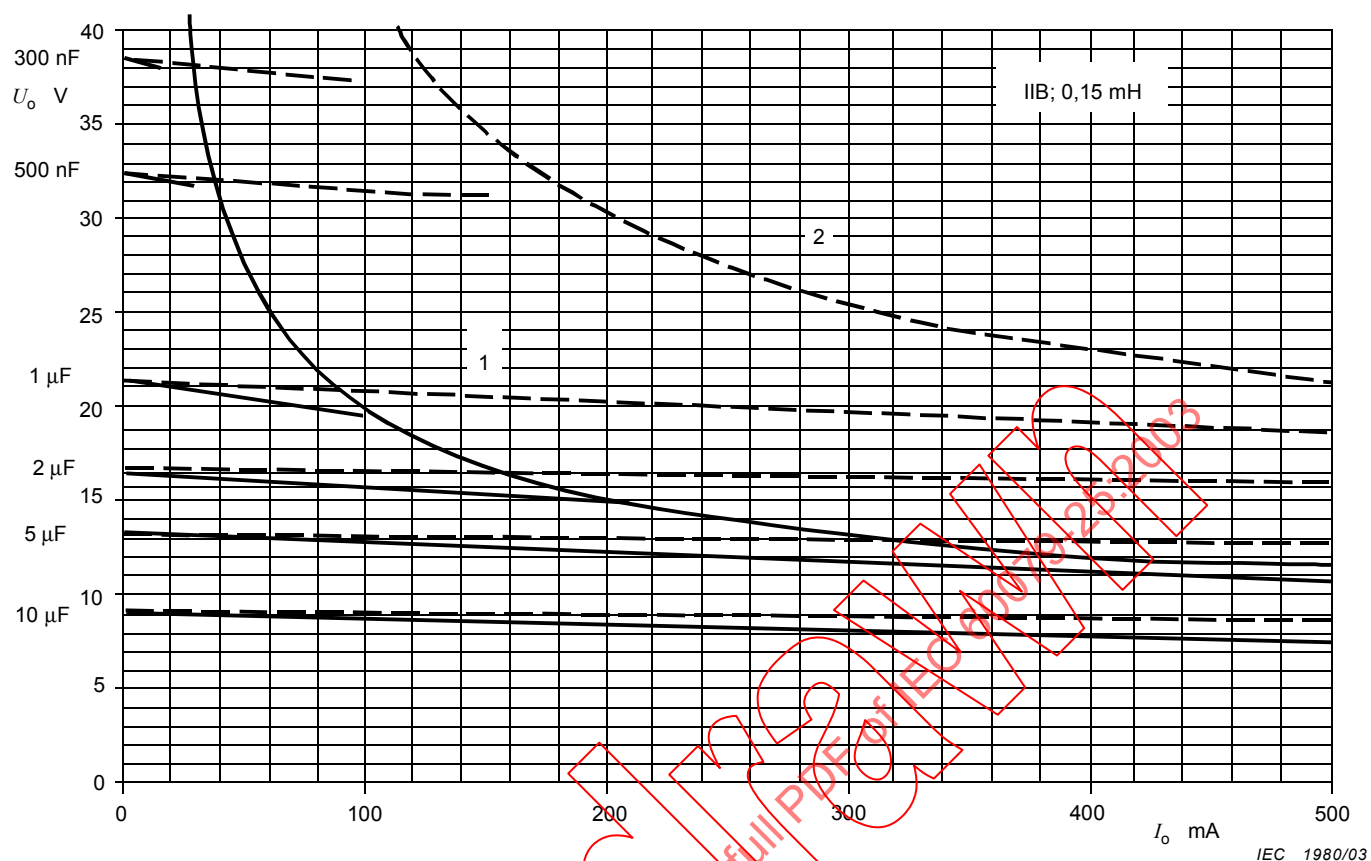
Figure C.8a) – Diagram for 0,15 mH



Légende

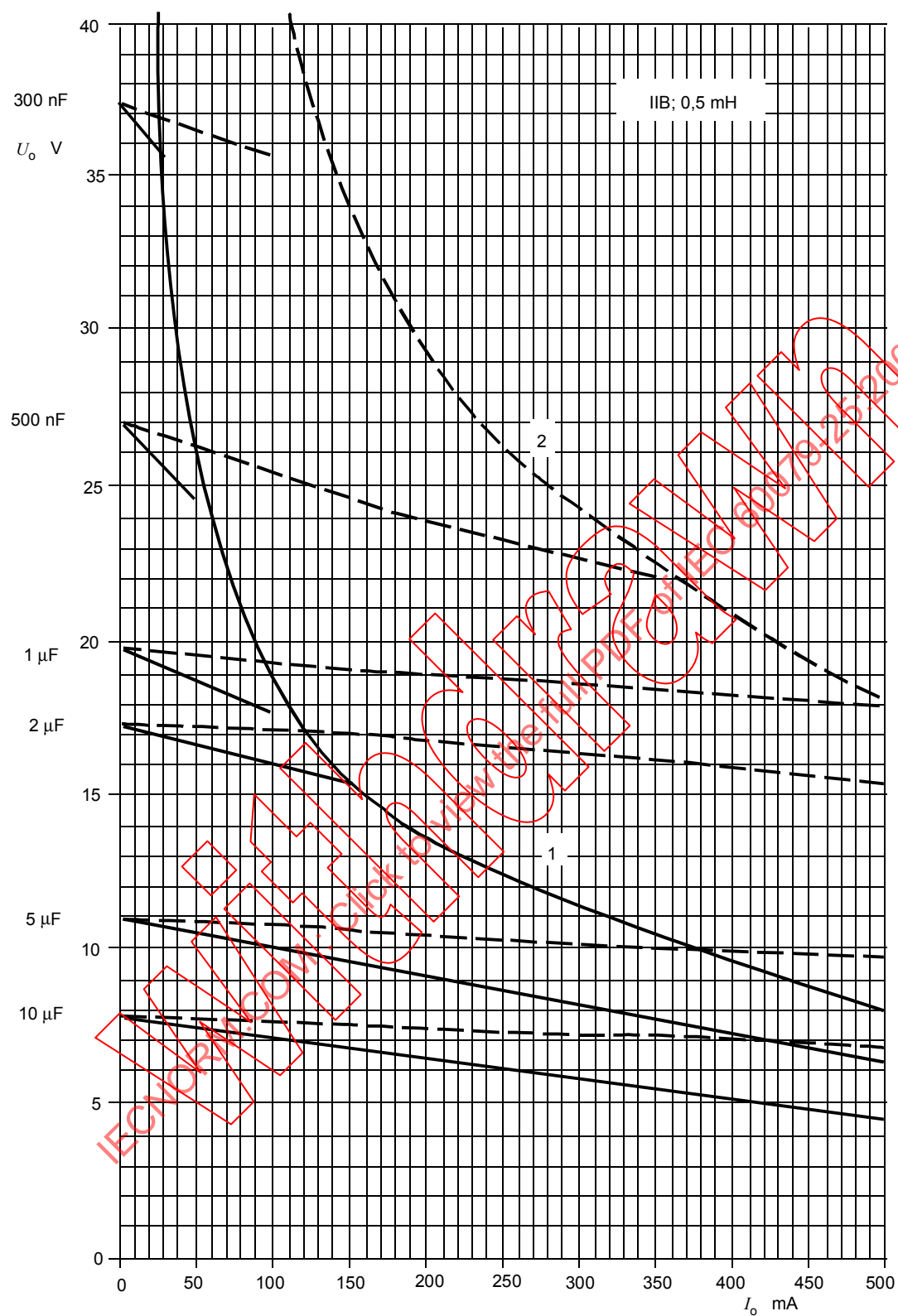
- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.8a) – Diagramme pour 0,15 mH (suite)

**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8a) – Diagram for 0,15 mH (continued)

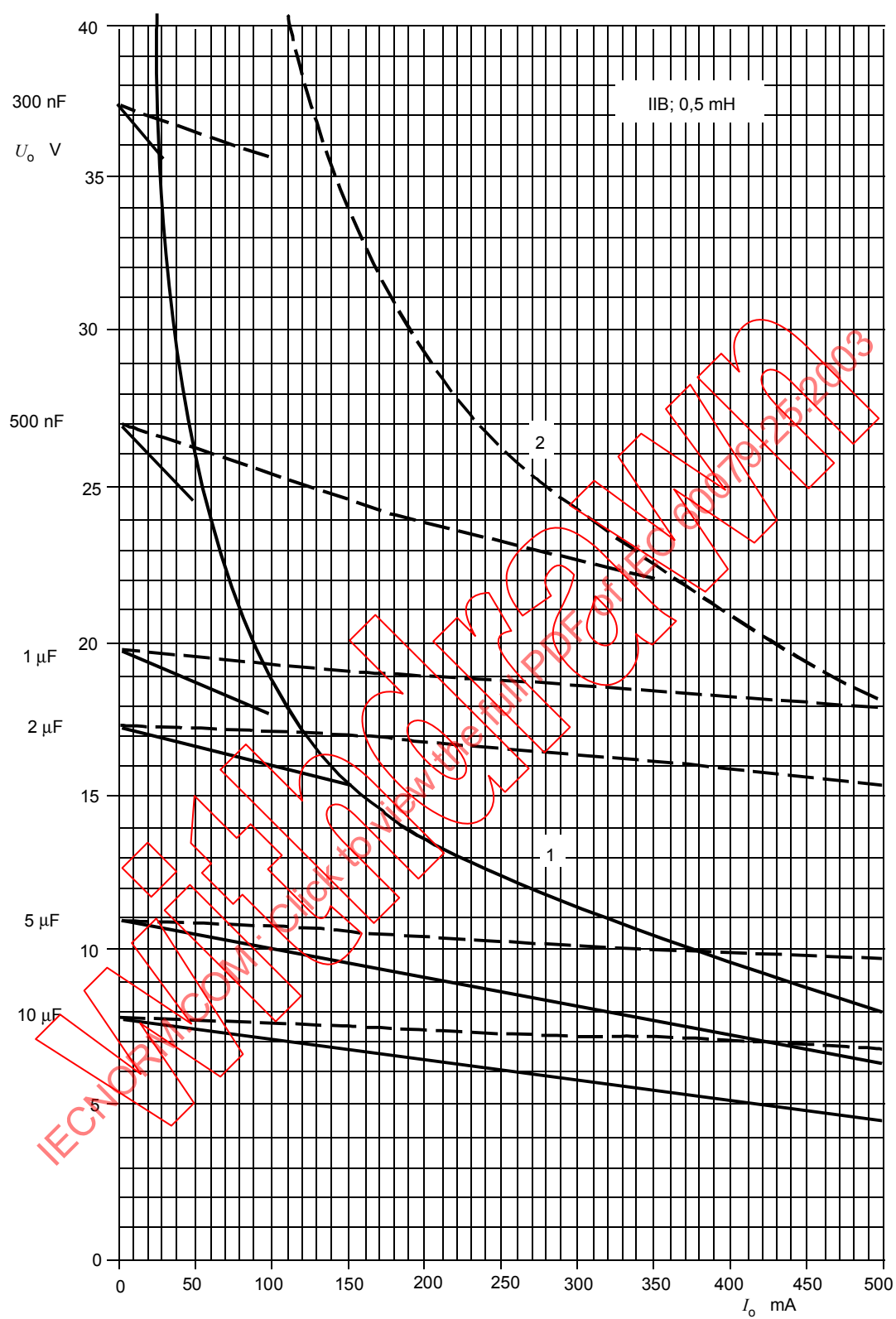


IEC 1981/03

Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.8b) – Diagramme pour 0,5 mH

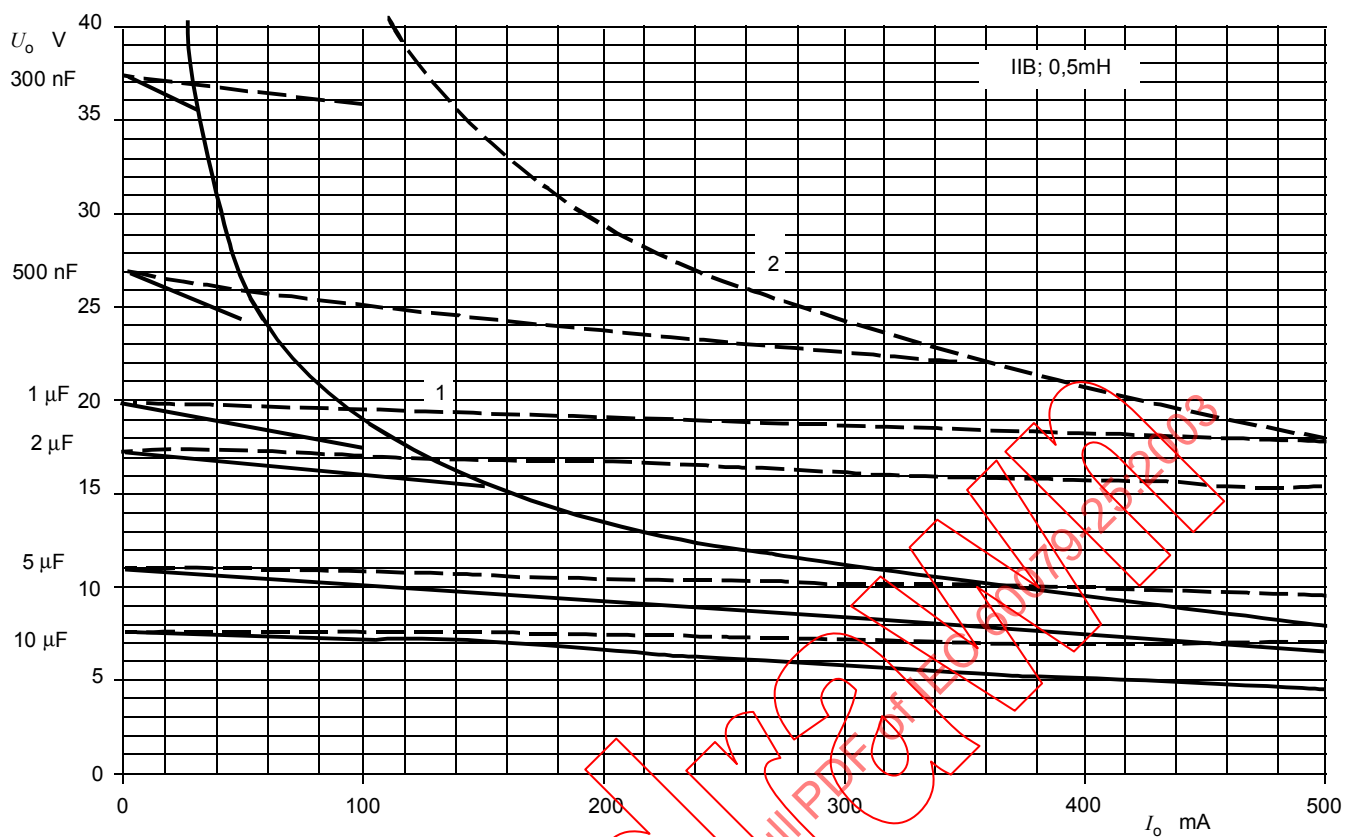


IEC 1981/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

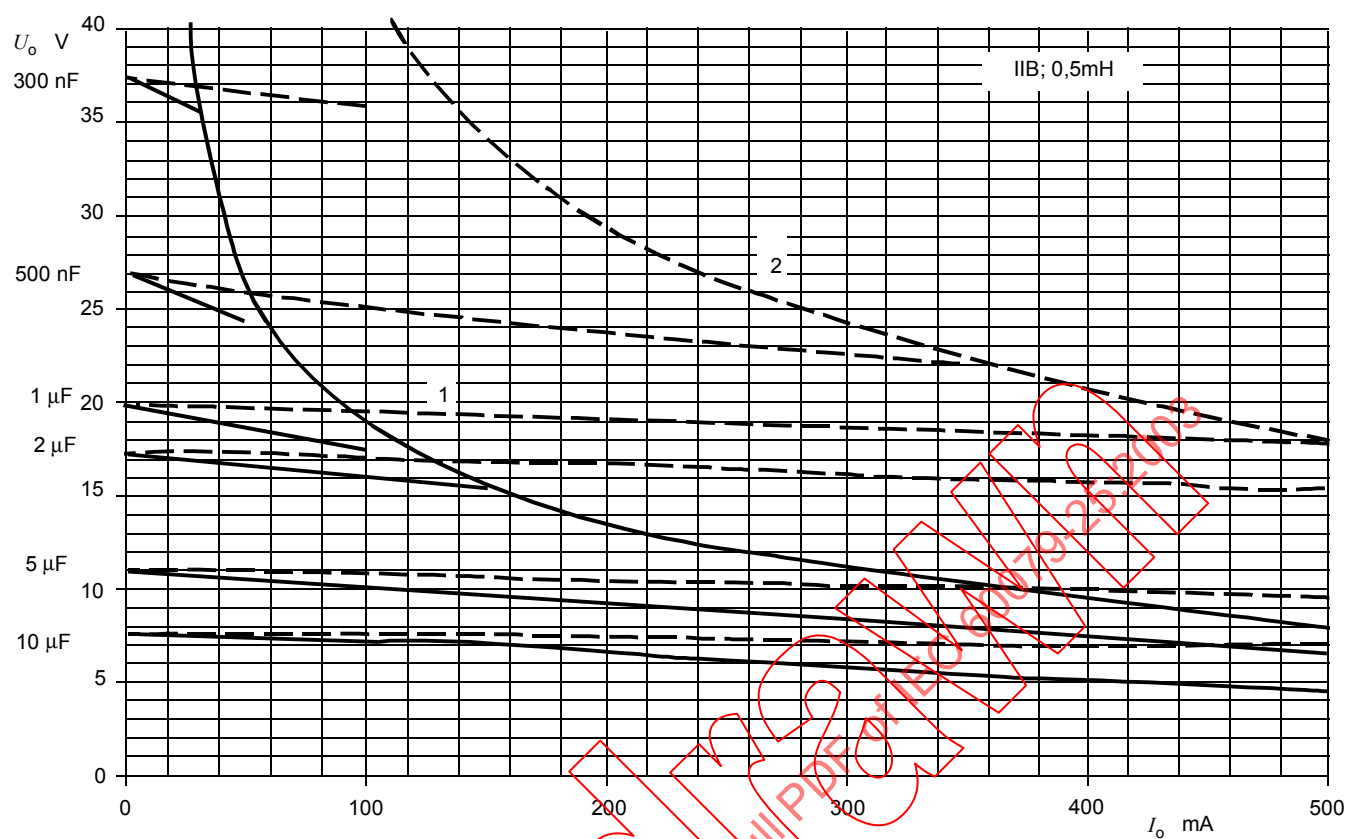
Figure C.8b) – Diagram for 0,5 mH



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.8b) – Diagramme pour 0,5 mH (suite)

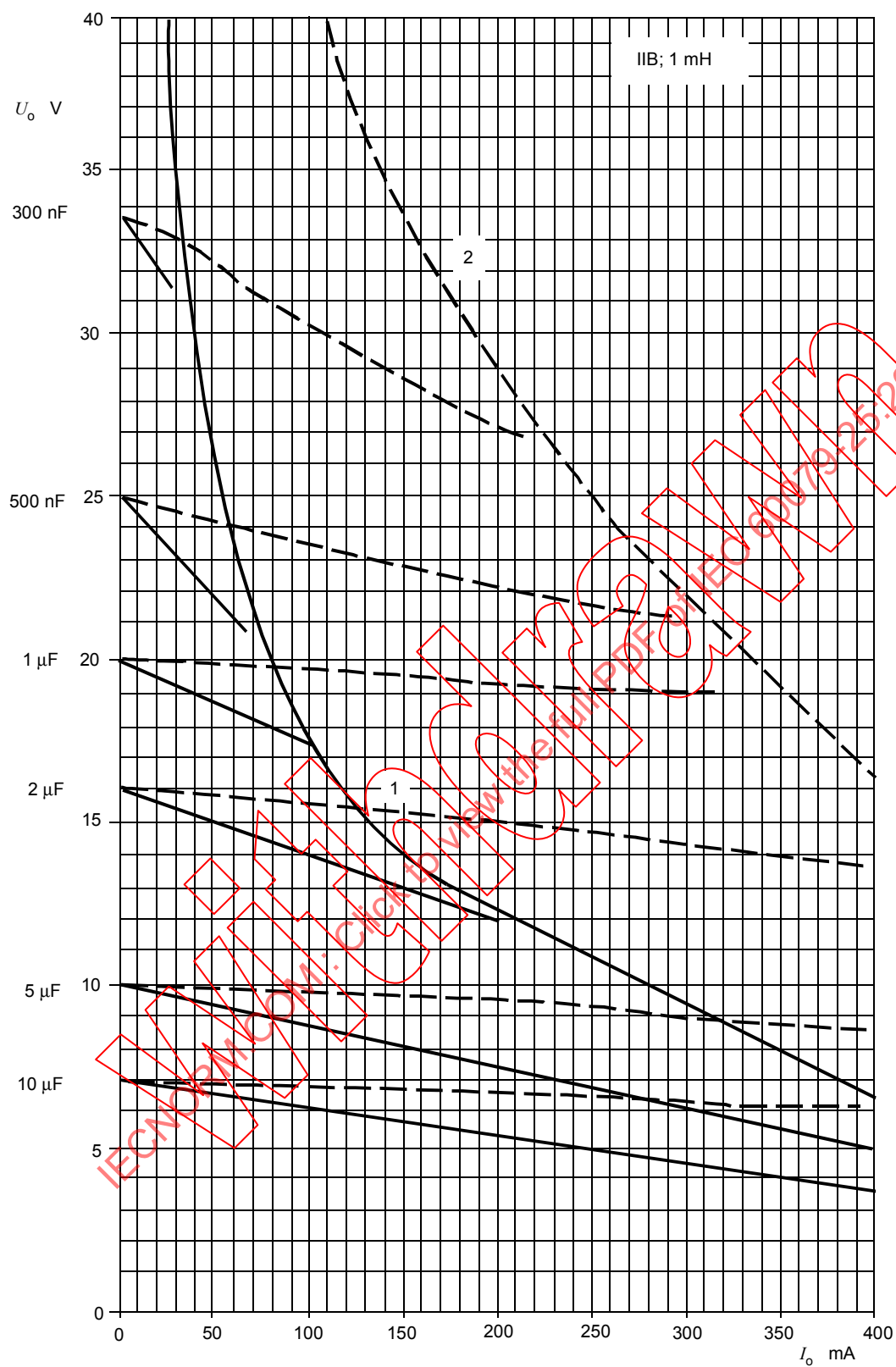


IEC 1982/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

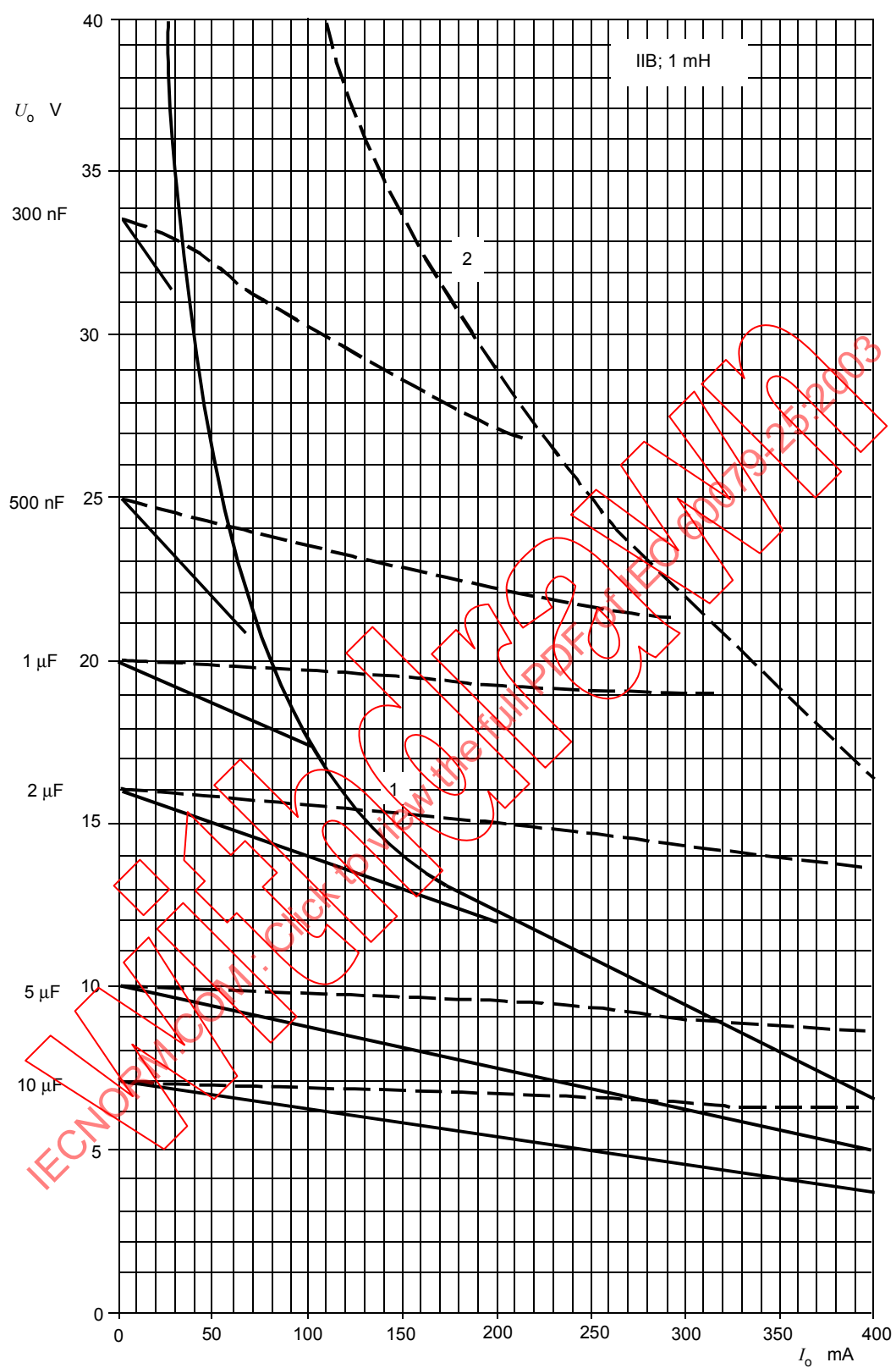
Figure C.8b) – Diagram for 0,5 mH (continued)



Légende

- 1 limite inductive pour source rectangulaire
- 2 limite inductive pour source linéaire

Figure C.8c) – Diagramme pour 1 mH

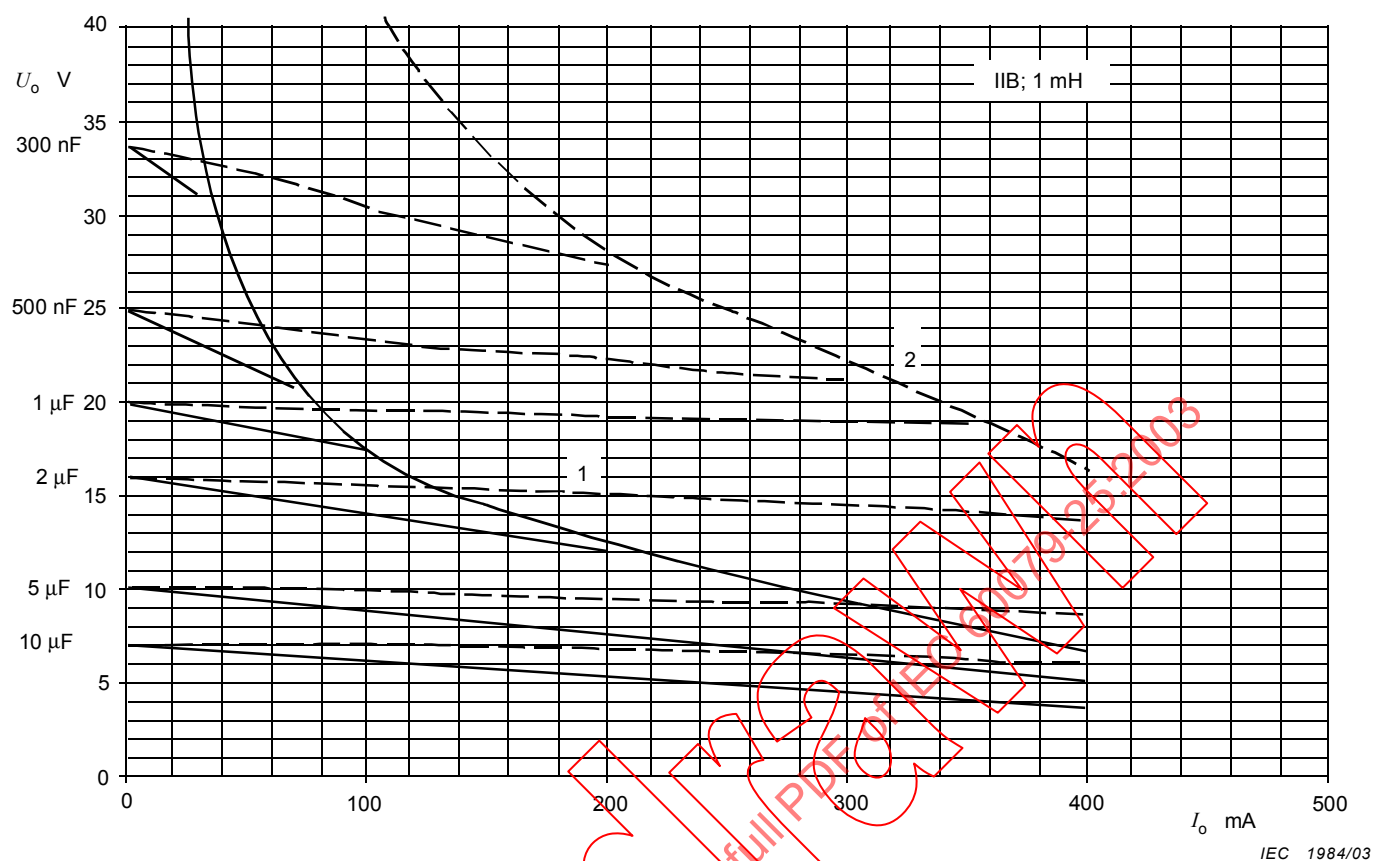


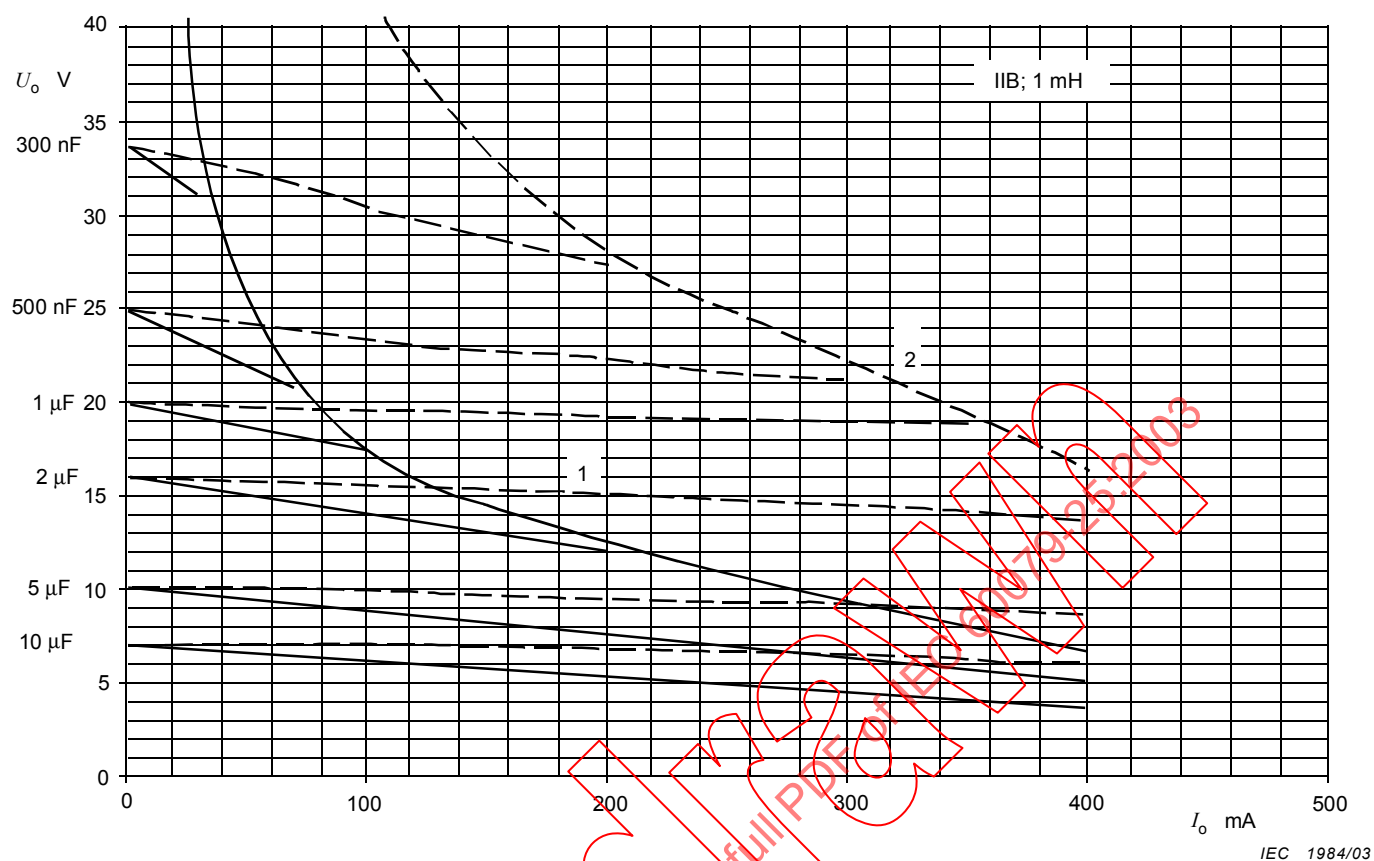
IEC 1983/03

Key

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8c) – Diagram for 1 mH



**Key**

- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8c) – Diagram for 1 mH (continued)