

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 25: Intrinsically safe electrical systems**

**Atmosphères explosives –
Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2010



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 25: Intrinsically safe electrical systems**

**Atmosphères explosives –
Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XC

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-88910-048-4

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC 60079-25 Edition 2.0 2010-02

EXPLOSIVE 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/365/DISH	31G/370/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.

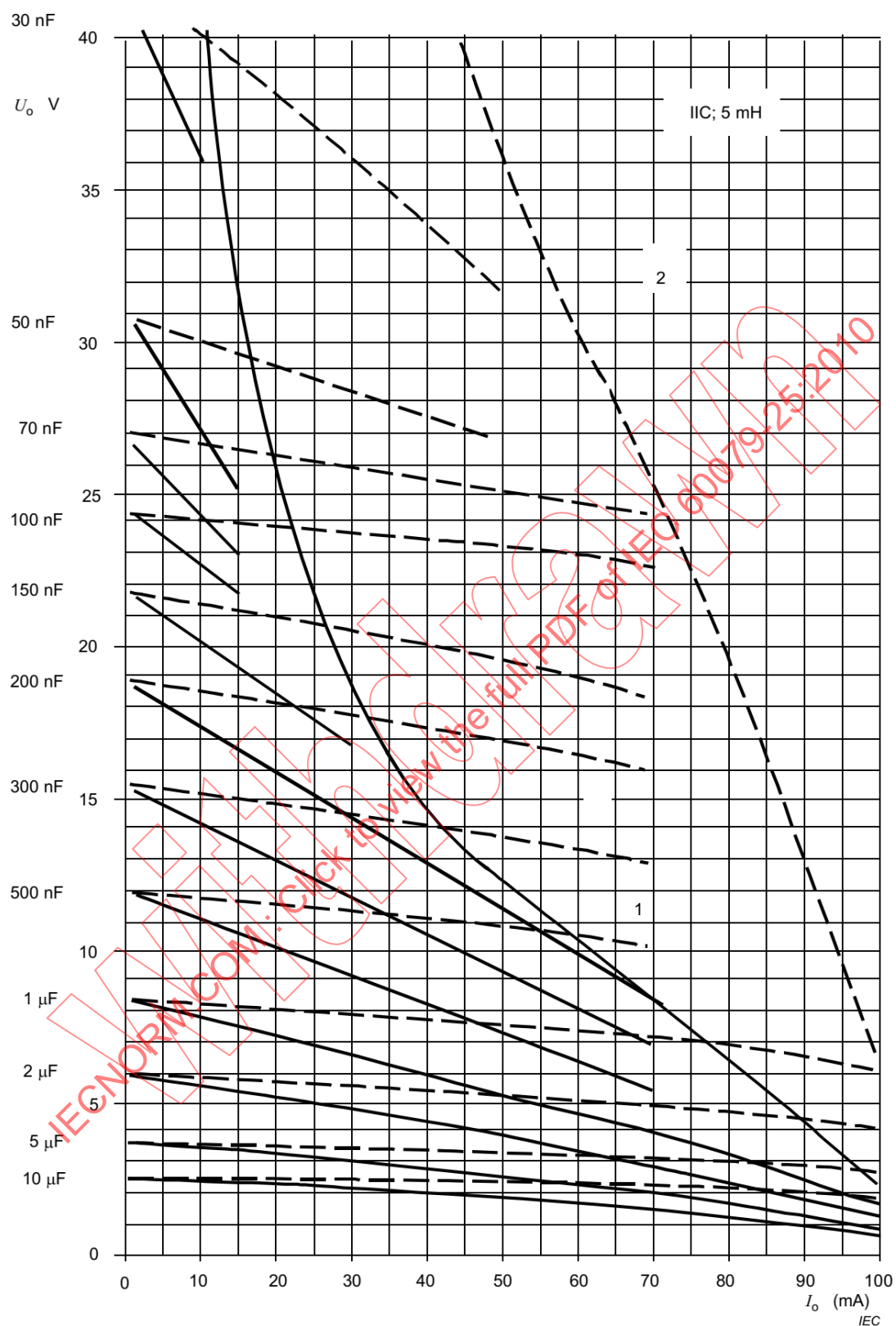
IEC 60079-25:2010 (Edition 2.0)

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 60079-25:2010.



Key

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

Figure C.7e) – Diagram for 5 mH

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Abbreviations	8
4 Descriptive system document	8
5 Grouping and classification.....	9
6 Levels of protection	9
6.1 General.....	9
6.2 Level of protection “ia”.....	9
6.3 Level of protection “ib”.....	9
6.4 Level of protection “ic”.....	9
7 Ambient temperature rating	10
8 Interconnecting wiring / cables used in an intrinsically safe electrical system	10
9 Requirements of cables and multi-core cables.....	10
9.1 General.....	10
9.2 Multi-core cables	10
9.3 Electrical parameters of cables.....	11
9.4 Conducting screens.....	11
9.5 Types of multi-core cables.....	11
9.5.1 General	11
9.5.2 Type A cable	11
9.5.3 Type B cable	11
9.5.4 Type C cable	11
10 Termination of intrinsically safe circuits	11
11 Earthing and bonding of intrinsically safe systems.....	12
12 Protection against lightning and other electrical surges	12
13 Assessment of an intrinsically safe system	13
13.1 General.....	13
13.2 Simple apparatus	14
13.3 Analysis of inductive circuits.....	15
13.4 Faults in multi-core cables.....	15
13.4.1 Type of multi-core cables.....	15
13.4.2 Type A cable	15
13.4.3 Type B cable	15
13.4.4 Type C cable	16
13.5 Type verifications and type tests	16
14 Marking	16
15 Predefined systems	16
Annex A (informative) Assessment of a simple intrinsically safe system.....	17
Annex B (normative) Assessment of circuits with more than one source of power	20
Annex C (informative) Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits	23
Annex D (normative) Verification of inductive parameters	59

Annex E (informative) A possible format for descriptive systems drawings and installation drawings	61
Annex F (informative) Surge protection of an intrinsically safe circuit.....	64
Annex G (normative) Testing of cable electrical parameters.....	67
Annex H (informative) Use of simple apparatus in systems	69
Annex I (normative) FISCO systems	71
Bibliography.....	74
Figure 1 – Systems analysis	14
Figure 2 – Typical system using simple apparatus	15
Figure B.1 – Sources of power connected in series.....	21
Figure B.2 – Sources of power connected in parallel.....	22
Figure B.3 – Sources of power not deliberately connected	22
Figure C.1 – Equivalent circuit and output characteristic of resistive circuits	24
Figure C.2 – Current and/or voltage addition for interconnections	26
Figure C.3 – Output characteristic and equivalent circuit of a source with trapezoidal characteristic	29
Figure C.4 – Example of an interconnection.....	33
Figure C.5 – Sum characteristics for the circuit as given in Figure C.4	35
Figure C.6 – Current and/or voltage addition for the example given in Figure C.4	36
Figure C.7 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIC	47
Figure C.8 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIB	57
Figure C.9 – Copy pattern for universal source diagrams	58
Figure D.1 – Typical inductive circuit	60
Figure E.1 – Typical block diagram for IS system descriptive system document	62
Figure E.2 – Typical installation drawing for IS system	63
Figure F.1 – Surge protection requirements of an instrument loop	66
Figure I.1 – Typical system.....	73
Table A.1 – Simple system analysis	19
Table C.1 – Parameters necessary to describe the output characteristic.....	28
Table C.2 – Assignment of diagrams to equipment groups and inductances.....	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 25: Intrinsically safe electrical 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, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC 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: Equipment for explosive atmospheres.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003 and constitutes a thorough technical revision.

The significant changes with respect to the previous edition are listed below:

- extension of the scope from Group II to Groups I, II and III;
- introduction of level of protection "ic";
- addition of requirements for cables and multi-core cables;
- reference to IEC 60079-11 regarding the termination of intrinsically safe circuits
- requirements for the assessment of an expanded and clarified intrinsically safe system regarding level of protection "ic", simple apparatus and faults in multi-core cables;

- introduction of predefined systems and merging of the system requirements for FISCO from IEC 60079-27;
- addition of requirements for simple intrinsically safe systems containing both lumped inductance and lumped capacitance;
- addition of a method for testing the electrical parameters of cables;
- additional information for the use of simple apparatus in systems.

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

FDIS	Report on voting
31G/202/FDIS	31G/203/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.

A list of all parts of IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

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

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

The contents of the Interpretation Sheet 1 of May 2023 have been included in this copy.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 25: Intrinsically safe electrical systems

1 Scope

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 locations in which the use of Group I, II or III apparatus is required.

NOTE 1 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.

This standard supplements and modifies the general requirements of IEC 60079-0 and the intrinsic safety standard IEC 60079-11. Where a requirement of this standard conflicts with a requirement of IEC 60079-0 or IEC 60079-11, the requirement of this standard takes precedence.

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

The installation requirements of Group II or Group III systems designed in accordance with this standard are specified in IEC 60079-14.

NOTE 2 Group I installation requirements are presently not provided 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, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-11:2006, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”*

IEC 60079-14:2007, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection “n” electrical apparatus*

IEC 60079-27:2008, *Explosive atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO)*

IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 0: General requirements*

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety 'iD'*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

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

3.1.1

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

3.1.2

certified intrinsically safe electrical system

intrinsically safe electrical system conforming to 3.1.1 for which a certificate has been issued confirming that the electrical system complies with IEC 60079-25

3.1.3

uncertified intrinsically safe electrical system

intrinsically safe electrical system conforming to 3.1.1 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

3.1.4

descriptive system document

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

3.1.5

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

3.1.6

maximum cable capacitance

C_c

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

3.1.7

maximum cable inductance

L_c

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

3.1.8

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

3.1.9

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.

3.1.10

non-linear power supply

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

NOTE For example, a supply with a constant voltage output that can reach a constant current limit controlled by semiconductors.

3.2 Abbreviations

FISCO Fieldbus Intrinsically Safe Concept

FNICO Fieldbus Non-Incendive Concept

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 safety achieved by the system.

NOTE 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 including simple apparatus and the interconnecting wiring. An example of such a diagram is shown in Figure E.1;
- b) a statement of the group subdivision (for Groups II and III), the level of protection for each part of the system, the temperature classification, and the 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 11. When surge protection devices are used, an analysis in accordance with Clause 12 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;
- f) where the intrinsically safe circuit contains several pieces of intrinsically safe apparatus the analysis of the summation of their parameters shall be available. This shall include all simple apparatus and certified intrinsically safe apparatus;
- g) a unique identification of the descriptive system document shall be created;
- h) the system designer shall sign and date the document.

NOTE The descriptive system's drawing is not the same as the Control Drawing referred to in IEC 60079-11.

5 Grouping and classification

Intrinsically safe electrical systems shall be placed in a Group I, Group II or Group III as defined in IEC 60079-0. Groups II and III intrinsically safe electrical systems as a whole or parts thereof shall be given a further subdivision of the Group as appropriate.

Apparatus within Groups II and III intrinsically safe electrical system, intended for use in explosive gas or dust atmospheres, shall be given a temperature class or maximum surface temperature in accordance with IEC 60079-0, IEC 60079-11, IEC 61241-0 and IEC 61241-11 as applicable.

NOTE 1 In Group II and Group III 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 temperature classes and different ambient temperature ratings.

6 Levels of protection

6.1 General

Each part of an intrinsically safe electrical system intended for use in an explosive atmosphere will have a level of protection of “ia”, “ib” or “ic” in accordance with IEC 60079-11. The complete system need not necessarily have a single level of protection.

NOTE 1 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”.

NOTE 2 An “ia” field instrument powered via an “ib” associated apparatus would be considered as an “ib” system.

NOTE 3 A system may be “ib” in normal operation with external power, but when power is removed under defined safety circumstances (ventilation failure) then the system could become “ia” under back up battery power. The level of protection will be clearly defined for foreseeable circumstances.

Clause 13 contains details of the required assessment.

6.2 Level of protection “ia”

Where the requirements applicable to electrical apparatus of level of protection “ia” (see 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 level of protection “ia”.

6.3 Level of protection “ib”

Where the requirements applicable to electrical apparatus of level of protection “ib” (see 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 level of protection “ib”.

6.4 Level of protection “ic”

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

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 Interconnecting wiring / cables used in an intrinsically safe electrical system

The electrical parameters of the interconnecting wiring upon which intrinsic safety depends and the derivation of these parameters 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. Cables for the interconnecting wiring shall comply with the relevant requirements of Clause 9.

Where relevant, the descriptive system document shall also specify the permissible types of multi-core cables as specified in Clause 9, 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 multi-core cable containing other intrinsically safe circuits, then the multi-core cable shall be in accordance with the requirements of a multi-core cable type A or B, as specified in Clause 9 of IEC 60079-25".

A multi-core cable containing circuits classified as level of protection "ia", "ib" or "ic" shall not contain non-intrinsically safe circuits.

"ic" multi-core cables may contain more than one intrinsically safe "ia", "ib" or "ic" circuit subject to the applicable faults specified in Clause 13.

NOTE Multi-core cables not complying with type A or B are permitted if the specific combination of circuits is examined against the requirements of IEC 60079-11.

Intrinsically safe "ic" circuits shall only be run together with intrinsically safe "ia" and "ib" circuits provided they are run in a multi-core cable of type A or type B specified in 9.5.

9 Requirements of cables and multi-core cables

9.1 General

The diameter of individual conductors or strands of multi-stranded conductors within the hazardous area shall not be less than 0,1 mm.

Only insulated cables with insulation capable of withstanding a dielectric test of at least 500 V a.c. or 750 V d.c. shall be used in intrinsically safe circuits.

NOTE This clause is not intended to prevent the use of bare conductors in a signalling system and these should be considered as simple apparatus and not interconnecting wiring.

9.2 Multi-core cables

The radial thickness of the insulation of each core shall be appropriate to the conductor diameter and the nature of the insulation with a minimum of 0,2 mm.

Multi-core cables shall be capable of withstanding a dielectric test of at least:

- 500 V r.m.s. a.c. or 750 V d.c. applied between any armouring and/or screen(s) joined together and all the cores joined together.
- 1 000 V r.m.s. a.c. or 1 500 V d.c. applied between a bundle comprising one half of the cable cores joined together and a bundle comprising the other half of the cores joined

together. This test is not applicable to multi-core cables with conducting screens for individual circuits.

The dielectric strength test shall be carried out in accordance with an appropriate cable standard or dielectric strength tests of IEC 60079-11.

9.3 Electrical parameters of cables

The electrical parameters (C_c and L_c or C_c and L_c/R_c) for all cables used within an intrinsically safe system shall be determined according to a), b) or c):

- a) the most onerous electrical parameters provided by the cable manufacturer;
- b) electrical parameters determined by measurement of a sample, with the method of testing electrical parameters of cables given in Annex G;
- c) where the interconnection comprises two or three cores of a conventionally constructed cable (with or without screen): 200 pF/m and either 1 μ H/m or an inductance to resistance ratio (L_c/R_c) calculated by dividing 1 μ H by the manufacturers specified loop resistance per meter. Alternatively, for currents up to $I_0 = 3$ A an L/R ratio of 30 μ H/ Ω may be used.

Where a FISCO or FNICO system is used, the requirements for the cable parameters shall comply with Annex I.

9.4 Conducting screens

Where conducting screens provide protection for separate intrinsically safe circuits in order to prevent such circuits becoming connected to one another, the coverage of those screens shall be at least 60 % of the surface area.

9.5 Types of multi-core cables

9.5.1 General

Multi-core cables shall be classified as either type A, type B or type C for the purposes of applying faults and assessing the safety of the cabling within an intrinsically safe system. The cable types are specified in 9.5.2, 9.5.3, and 9.5.4.

The use of multi-core cables that do not comply with the requirements for types A, B, or C is not permitted.

9.5.2 Type A cable

A cable whose construction complies with 9.1, 9.2, 9.3 and has conducting screens providing individual protection for each intrinsically safe circuit according to 9.4.

9.5.3 Type B cable

A cable whose construction complies with 9.1, 9.2 and 9.3, is fixed and effectively protected against damage and does not contain any circuit with a maximum voltage U_0 exceeding 60 V.

9.5.4 Type C cable

A cable whose construction complies with 9.1, 9.2 and 9.3.

10 Termination of intrinsically safe circuits

Intrinsically safe systems that contain junction boxes or marshalling cubicles where intrinsically safe circuits are terminated shall comply with the terminal requirements in the facilities for the connection of external circuits of IEC 60079-11.

11 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 a hazardous area at one point only. The level of isolation required (except at that one point) is to be designed to withstand a 500 V insulation test in accordance with the dielectric strength requirement of IEC 60079-11. Where this requirement is not met, 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 Zone 0 or Zone 20 locations or when the system has a very high level of protection so as to conform to EPL Ma requirements.

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 adding a reference to IEC 60079-14 in the descriptive system document.

NOTE IEC 60079-14 does not apply to electrical installations in mines susceptible to firedamp.

12 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 Zone 0 in such a way that there is a risk of developing hazardous or damaging potential differences within 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 shall 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.

13 Assessment of an intrinsically safe system

13.1 General

Where a system contains apparatus which does not separately conform to IEC 60079-11, then that system shall be analysed as a whole, as if it were an apparatus. A level of protection “ia” system shall be analysed in accordance with the level of protection “ia” criteria of IEC 60079-11. A level of protection “ib” system shall be analysed in accordance with the level of protection “ib” criteria of IEC 60079-11. A level of protection “ic” system shall be analysed in accordance with the level of protection “ic” criteria of IEC 60079-11. In addition to the faults within the apparatus, the failures within the field wiring listed in 13.4 shall also be taken into account.

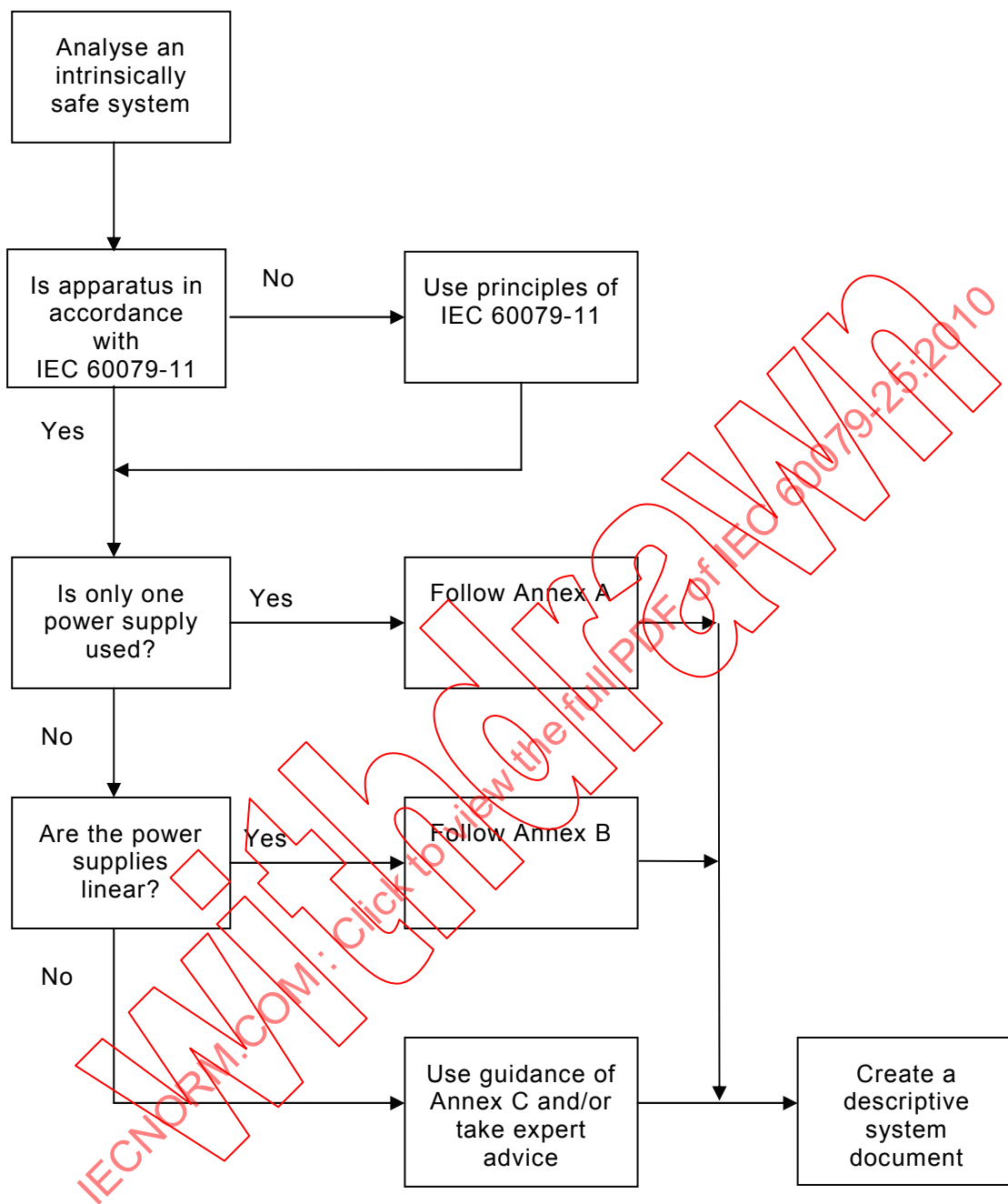
NOTE It is recognized that applying faults to the system as a whole is less stringent than applying faults to each piece of apparatus; nevertheless, this is considered to achieve an acceptable level of safety.

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, the output parameters of the power source take into account opening, shorting and earthing of the external interconnecting cable, and consequently these failures do not need to be further considered. Annex A contains further details of the analysis of these simple circuits.

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 conducted if the combination contains a single non-linear power supply.

Figure 1 illustrates the principles of the system's analysis.



IEC 244/10

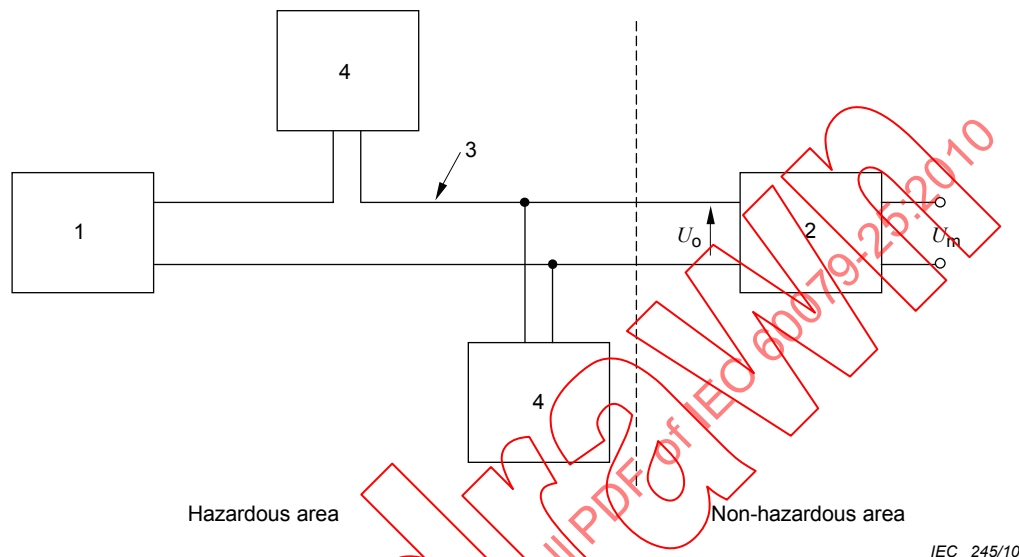
Figure 1 – Systems analysis

13.2 Simple apparatus

Switches, terminals, terminal boxes, plugs and sockets complying with the simple apparatus requirements of IEC 60079-11, may be added to a system without modifying the safety assessment. The possible heating effects on simple apparatus shall be considered. When other types of simple apparatus consisting of energy storing components for example capacitors or inductors complying with IEC 60079-11 are added to a system, the safety

assessment shall take into account their electrical parameters. A typical system using simple apparatus is shown in Figure 2.

Where simple apparatus are intended to contain several separate intrinsically safe circuits, e.g. connectors, plugs and sockets or a resistance thermometer with two separate resistance windings, the separation requirements of IEC 60079-11 apply. If they do not conform, then the interconnected circuits shall be assessed as a single intrinsically safe circuit.



Key

- 1 certified intrinsically safe apparatus
- 2 certified associated intrinsically safe apparatus
- 3 cable
- 4 simple apparatus

Figure 2 – Typical system using simple apparatus

13.3 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.

13.4 Faults in multi-core cables

13.4.1 Type of multi-core cables

The faults, if any, which shall be taken into consideration in multi-core cables used within intrinsically safe electrical systems depend upon the type of cable used. The following sub-clauses detail the cable faults to be assessed for each type of cable.

13.4.2 Type A cable

No faults between circuits shall be taken into consideration if the cable complies with 9.5.2.

13.4.3 Type B cable

No faults between circuits shall be taken into consideration if the cable complies with 9.5.3.

13.4.4 Type C cable

The combination of faults comprising of two short circuits between conductors and simultaneously up to four open circuits of conductors that result in the most onerous condition if the cable complies with 9.5.4.

All circuits in a multi-core cable subject to damage shall adopt the level of protection of the circuit with the lowest level of protection.

13.5 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 IEC 60079-11 shall be used.

14 Marking

All apparatus within the system shall be readily identifiable. 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.

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

15 Predefined systems

A system and all of its individual devices may be predefined and previously assessed in such a way that the interconnection of the individual devices and cables is sufficiently well known. In such cases, the assessment requirements of this standard can be simplified. One such predefined system is the FISCO system, the assessment of a FISCO system is set forth in Annex I.

Annex A (informative)

Assessment of a simple intrinsically safe system

The majority of intrinsically safe systems are simple systems, containing a single source of power in associated apparatus connected to a single piece of field mounted intrinsically safe apparatus. This standard uses the combination of the temperature transmitter and the intrinsically safe interface shown in Annex E to illustrate the method of analysis.

The initial requirement is to establish the safety data of the two pieces of apparatus in the circuit. This data can be derived from a copy of the certificate, instructions or control drawing, which should be available to the system designer. In particular, any specific conditions of use should be taken into account in the system design. Precisely what information is transferred to the system drawing is determined by the necessity for the system analysis to be clearly justified and for it to be relatively simple to create the particular installation drawing from this reference drawing.

The compatibility of the two pieces of apparatus is established by comparison of the data of each apparatus. The sequence is usually as follows.

- a) Compare equipment grouping. If they differ then the system takes the least sensitive classification. For example, if one device is IIC and the other IIB then the system becomes IIB. It is usual for a source of power certified as IIC to have permissible output parameters (L_o , C_o and L_o/R_o) for IIB and IIA equipment groups as well. If these larger values are used then the parameters used determine the system gas group.
- b) Compare levels of protection. If they differ then the system assumes the lowest level of protection. For example, if a device is "ia" and the other "ib" then the system becomes "ib". A source of power which is certified "ib" may also have different output parameters for use in "ic" circuits. If these values are used in the system design then the system becomes "ic".
- c) Determine the temperature classification of the equipment mounted in the hazardous area. Apparatus may have different temperature classifications for different conditions of use (usually dependent on ambient temperature or I_i , U_i and P_i) and the relevant one should be selected and recorded. Furthermore, it should be noted that it is the apparatus which is temperature classified, not the system.
- d) The permissible ambient temperature range of each piece of apparatus should be recorded.
- e) The voltage (U_o), current (I_o) and power (P_o) output parameters of the source of power should be compared with the input parameters (U_i , I_i and P_i) of the field device, and the output parameters should not exceed the relevant input parameters. Occasionally the safety of the field device is completely specified by only one of these parameters. In these circumstances the unspecified parameters are not relevant.
- f) Determine the permitted cable parameters.

The permitted cable capacitance (C_c) is derived by subtracting the input capacitance of the field device (C_i) from the permitted output capacitance of the source of power (C_o), that is

$$C_c = C_o - C_i.$$

The permitted cable inductance (L_c) is derived by subtracting the input inductance of the field device (L_i) from the permitted output inductance of the source of power (L_o), that is

$$L_c = L_o - L_i.$$

The permitted L/R ratio of the cable (L_c/R_c) is easily determined provided that the input inductance of the field device is negligible (L_i less than 1 % of L_o). L_c/R_c is then taken to be equal to that of the source of power L_o/R_o . If the inductance of the field device is

significant then the equation given in Annex D can be used to calculate the permitted L_o/R_o if this is thought to be desirable. Fortunately, this is not a frequently occurring requirement.

Where a system contains both lumped capacitances and lumped inductances the interaction of these may increase the risk of ignition capable sparks. This concern is confined to fixed inductance and capacitance and not to the distributed parameters of a cable. Consequently, on those rare occasions when **both** the lumped inductance (the sum of L_i of the source of power and the field devices) and the lumped capacitance (the sum of C_i of the source of power and the field devices) are greater than 1 % of the respective output parameters of the source of power L_o and C_o then the permissible output parameters are both to be divided by two. However, the maximum external capacitance C_o derived by using this simple rule shall be limited to a maximum value of 1 μ F for Group IIB and 600 nF for Group IIC. It should be stressed that this reduction in output parameters is only applicable on very rare occasions since it is unusual for field devices to have **both** inductive and capacitive input parameters which are significantly large. Frequently, L_i and C_i of a power source are not quoted in the documentation and in these circumstances it can be assumed that they are negligible. There is no suggestion that it is considered necessary to go back and check the safety documentation on existing installations for this most recent requirement. However, new analyses should take this remote possibility into account.

To summarise, it must be checked that either the lumped capacitance or inductance is less than 1 % of the respective output parameters. If it is, then the original calculation is valid. If **both** parameters are greater than 1 % of the output parameters then C_o and L_o of the system should be reduced by a factor of two.

Where a source of power is certified “ia” or “ib” then the permitted output parameters L_o , C_o and L_o/R_o are derived using a factor of safety of 1,5 on U_o or I_o respectively. When such a source of power is used in an “ic” circuit, the permitted output parameters may be derived using a unity safety factor. This results in a significant change, which usually removes the necessity to consider cable parameters in detail. Accurate values can be ascertained using the methods and tables in the apparatus standard. An acceptable conservative technique is to multiply the output parameters by two, which normally removes any concern about cable parameters.

- g) Check that the level of insulation from earth is acceptable, or that the system earthing requirements are satisfied.

If these criteria are all satisfied, the compatibility of the two pieces of apparatus has been established. A convenient way of recording the analysis is to create a table. The following example (see Table A.1) uses the values from the typical system’s drawing (see Figure E.1) and compares the intrinsically safe interface and the temperature transmitter.

Table A.1 – Simple system analysis

Step	Item	I.S. interface	Temperature transmitter	System
a)	Equipment group	IIC	IIC	IIC
b)	Level of protection	ia	ia	ia
c)	Temperature classification	not applicable	T4	
d)	Ambient temperature	–20 °C to +60 °C	–40 °C to +80 °C	
e)	Parameter comparison			
	Voltage	U_o : 28 V	U_i : 30 V	✓
	Current	I_o : 93 mA	I_i : 120 mA	✓
	Power	P_o : 650 mW	P_i : 1 W	✓
f)	Cable parameters			
	Capacitance	C_o : 83 nF	C_i : 3 nF	C_c : 80 nF
	Inductance	L_o : 4,2 mH	L_i : 10 µH	L_c : 4,2 mH
	L/R ratio	L_o/R_o : 54 µH/Ω		L_c/R_c : 54 µH/Ω
g)	Earthing	Isolated	Isolated	Isolated

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 contains a simplified procedure of determining the maximum system voltages and currents in intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics 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. 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 the table showing the permitted short-circuit current corresponding to the voltage and the apparatus group of IEC 60079-11. The value of I_o , or optionally L_o/R_o and C_o shall then be established for each circuit and the most onerous value used together with its relevant equivalent circuit.

For level of protection "ia" and "ib" a factor of safety 1,5 shall be used in determining these values in all circumstances. For "ic" a safety factor of 1,0 is sufficient

NOTE Where the two voltages add, the combined circuit will determine the capacitive figure. However, the inductance and if applicable 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, if used, may not be coincident with the minimum inductance.

The matched power available from each of the equivalent circuits shall 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

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

Each of the three equivalent circuits has to be assessed for safety using the table showing the permitted short-circuit current corresponding to the voltage and the apparatus group of IEC 60079-11. The values I_o , or optionally 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 shall 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, 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 shall be evaluated, following both the procedures set out. The most onerous output parameters and equivalent circuits shall 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 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, 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 the resultant circulating current can cause additional dissipation in the regulating circuits. Where the circuits have conventional resistive current limiting, the additional dissipation is not considered to adversely affect intrinsic safety.

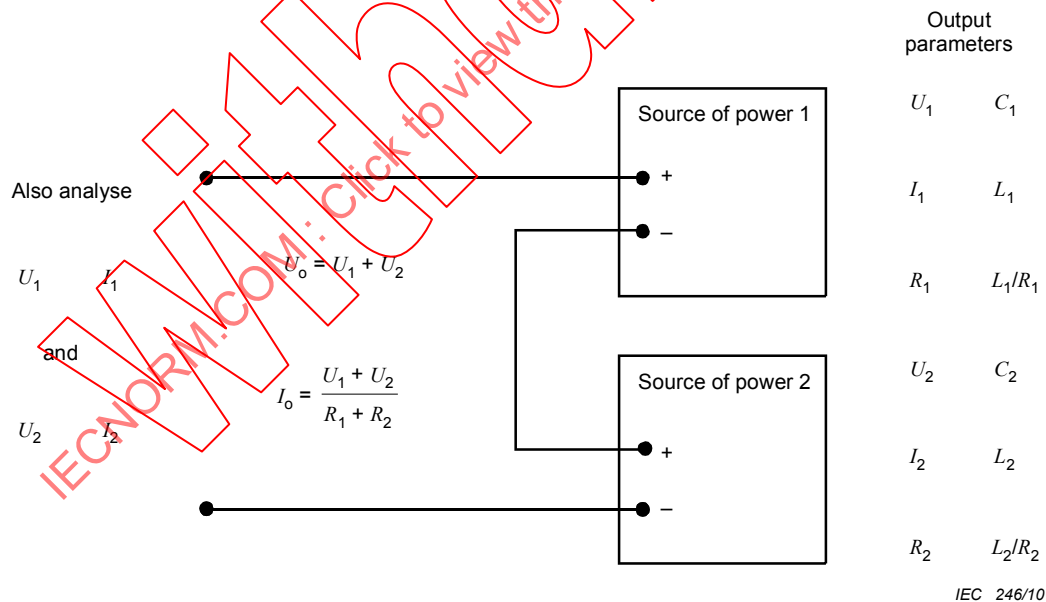


Figure B.1 – Sources of power connected in series

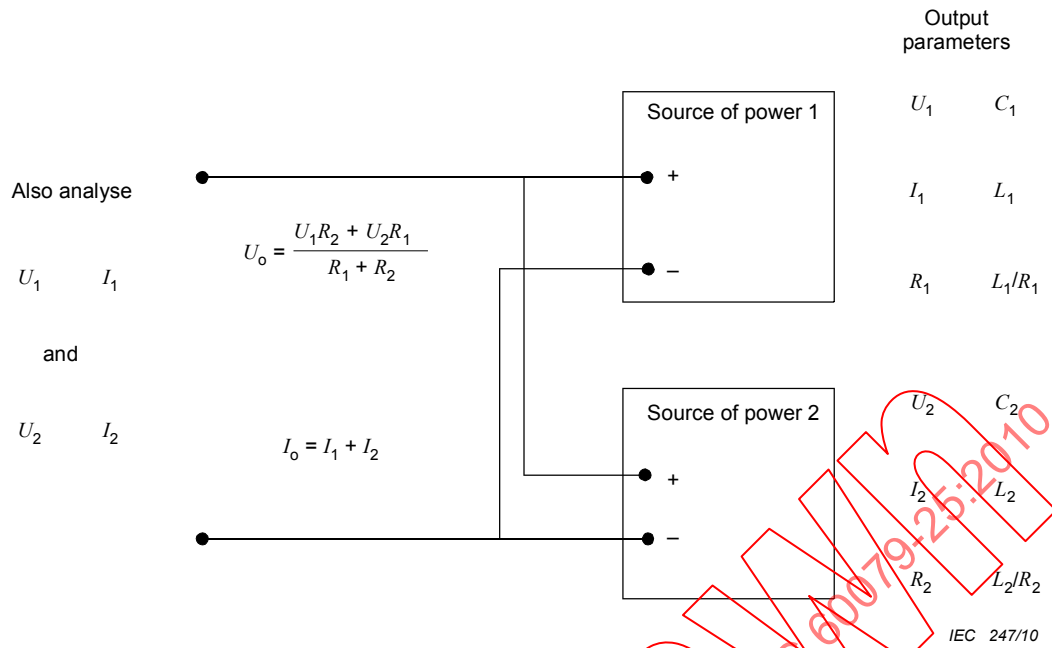
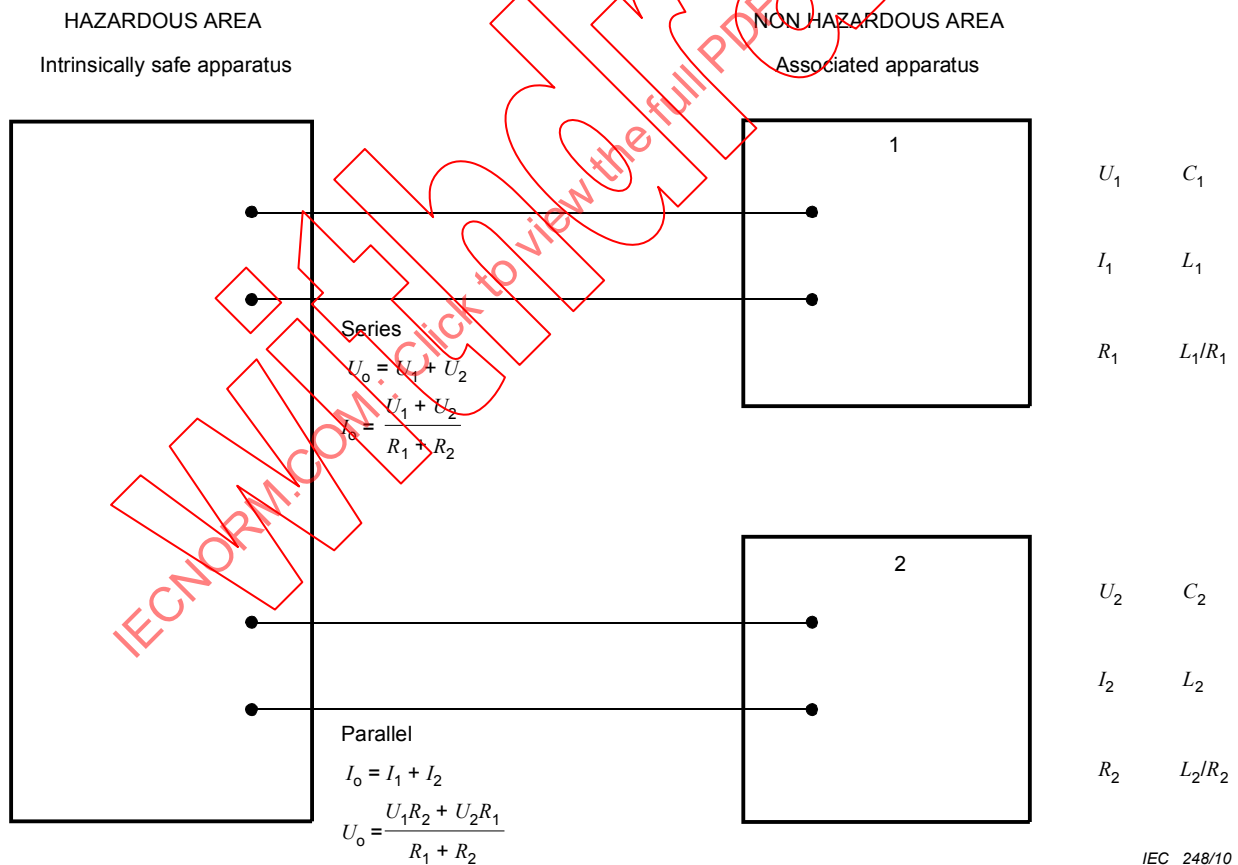


Figure B.2 – Sources of power connected in parallel



Key

- 1 source of power 1
- 2 source of power 2

Figure B.3 – Sources of power not deliberately connected

Annex C (informative)

Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits

C.1 General

This subject has been under active consideration for some considerable time and is still developing. 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 requires specialist knowledge and access to appropriate test facilities. Where the system designer is satisfied that a particular source of power is adequately safe it is permissible to design a system in accordance with this standard. Any particular conditions relating to such a system should be clearly stated in the accompanying documentation.

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

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 IEC 60079-14). Where this is done, it is not required to involve a certification body, test laboratory 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 should be performed using the standard spark test apparatus in accordance with 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, should be taken into account. Thus, this method of proof often meets with difficulties in practice and is usually reserved for a certification body or a test laboratory.

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, for the verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics; or the characteristics of Figure C.7 and Figure C.8 of this standard can be used.

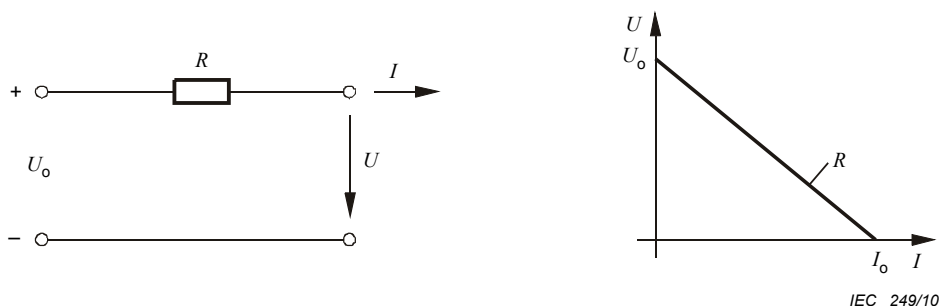


Figure C.1a – Linear characteristics

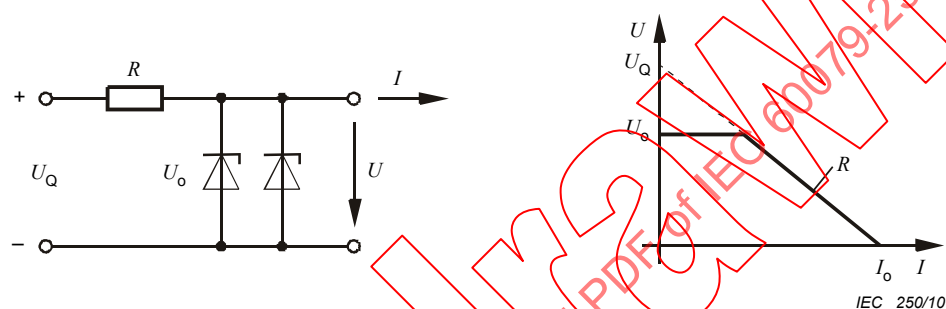


Figure C.1b – Trapezoidal characteristics



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 should be assumed for both, but separately. The most unfavourable values have to be taken as a basis.

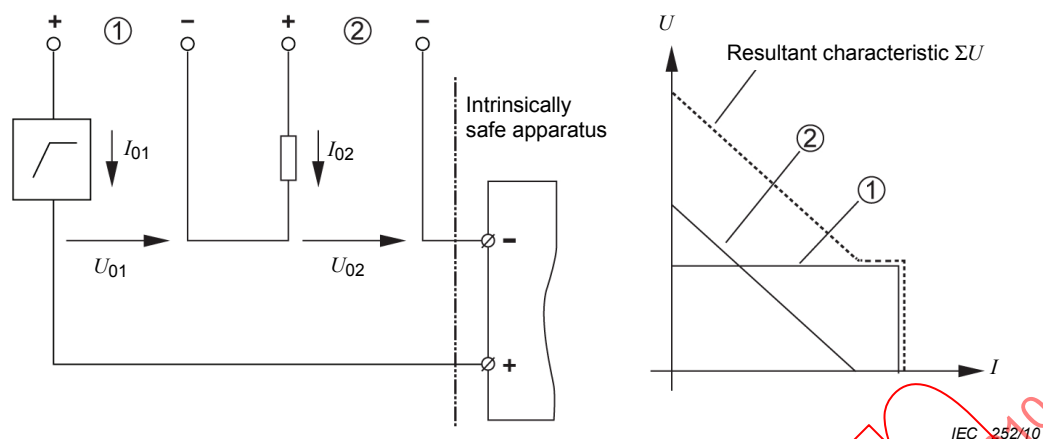


Figure C.2a – Series connection with voltage addition

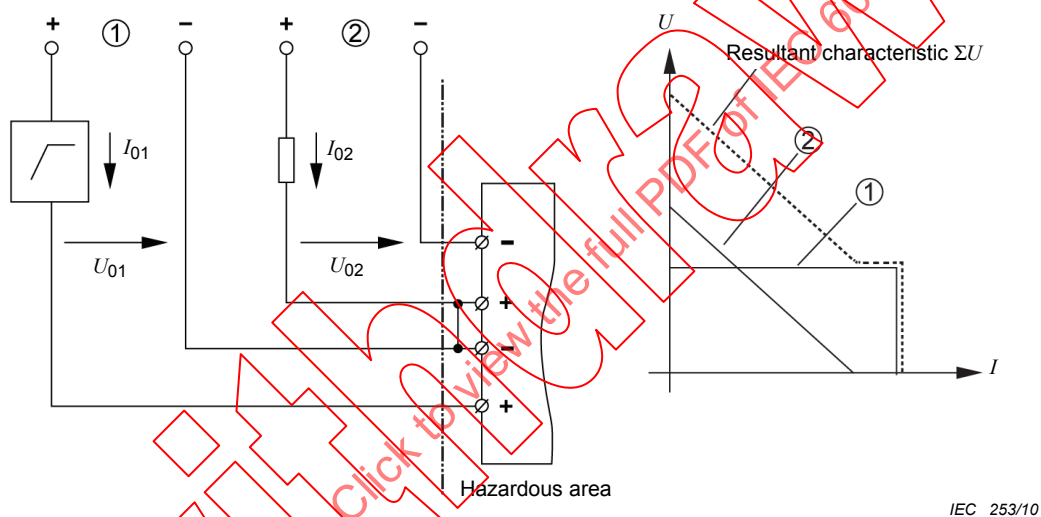


Figure C.2b – Series connection with voltage addition and possibly current addition

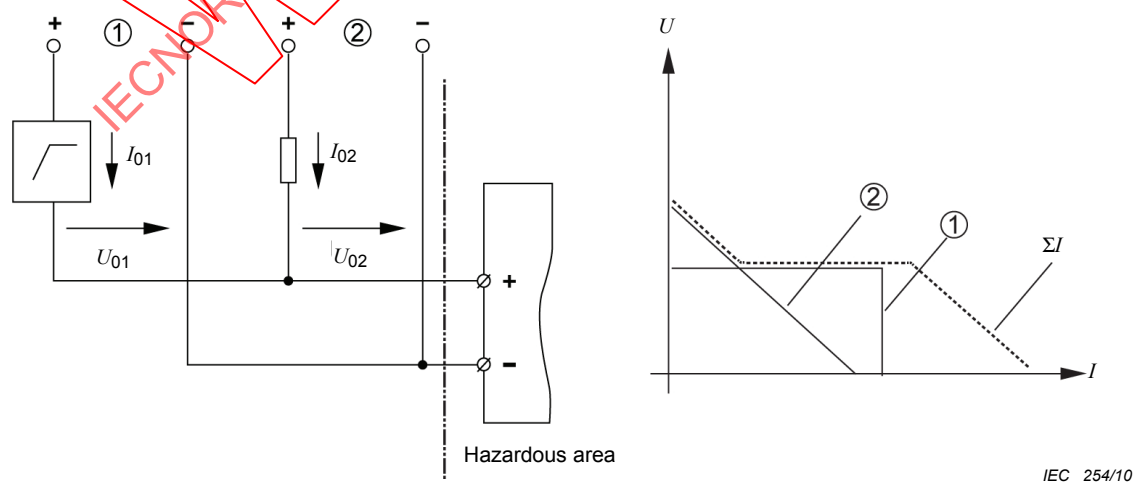


Figure C.2c – Parallel connection with current addition

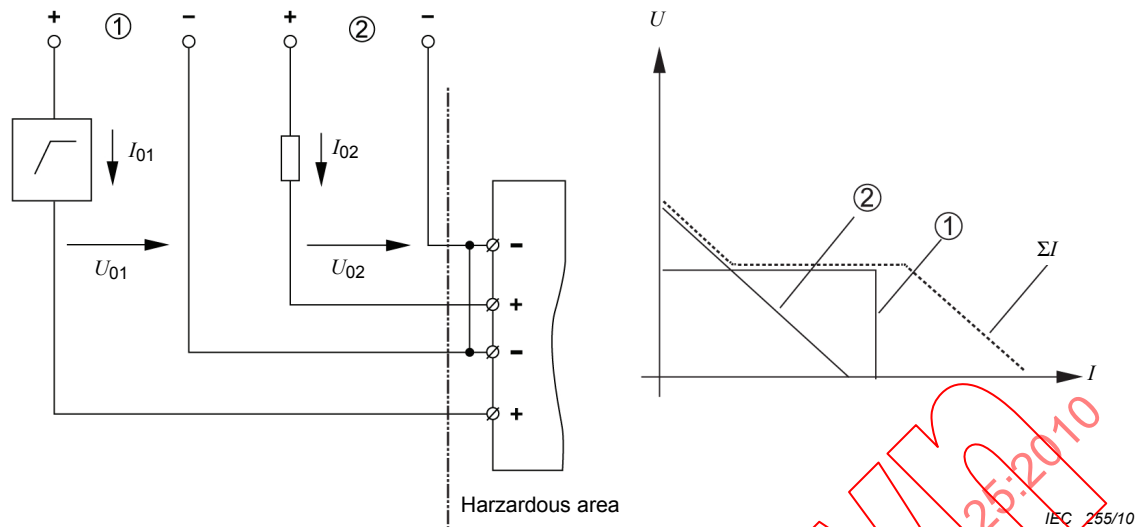


Figure C.2d) – Parallel connection with current and possibly voltage addition

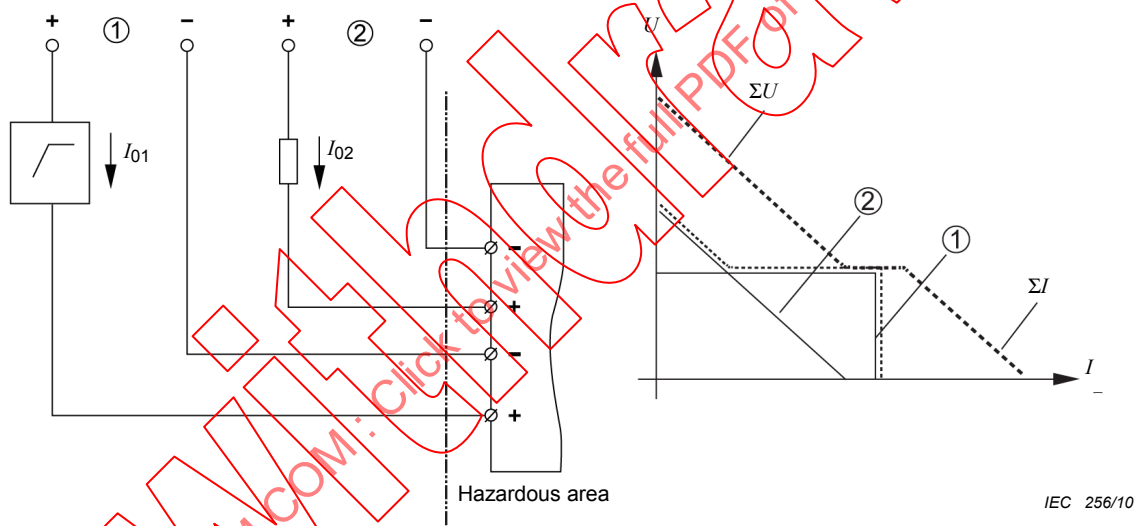


Figure C.2e – Series or parallel connection with current and voltage addition

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 should 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 should be determined. Here, however, the procedure introduced in IEC 60079-14, for the verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics, 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.

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 in accordance with IEC 60079-14 can only meet level of protection “ib” generally, even if all the individual apparatus conforms to level of protection “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, evaluation 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.

The procedure introduced here is applicable for Zone 1 and for equipment groups IIC and IIB. It should be emphasized that an instrument for the assessment of the 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 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 should 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 as in Figure C.1a. This equivalent circuit voltage 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.

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

$$P_{\max} = 0,25 U_0 \times I_0$$

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

$$P_{\max} = 0,25 U_Q \times I_0 \quad (\text{for } U_0 > 0,5 \times U_Q), \text{ or}$$

$$P_{\max} = U_0 \times (U_Q - U_0)/R \quad (\text{for } U_0 \leq 0,5 \times U_Q).$$

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 (see 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, instructions or control drawing

The first step in any safety-oriented assessment should 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 certificate, instructions or control drawing.

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):

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

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

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

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 to 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):

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

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

$$R = 438 \, \Omega$$

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

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

Calculation is as follows:

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

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

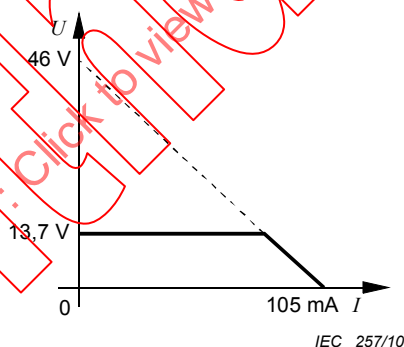


Figure C.3a – Output characteristics

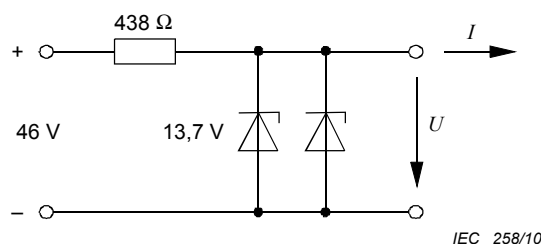


Figure C.3b – Equivalent circuit

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

The data needed for the interconnection can be obtained from the information given in the certificate. If there is no data in the older certificates, the values should be obtained from the manufacturer of the apparatus.

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 should 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_o and short-circuit current I_o 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 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 Clause 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 should 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 should be considered (see Figure C.2e).

If several circuits are connected to a circuitry in which arbitrary interconnections should 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, should be considered. Because both cases are not possible at the same time, the resultant characteristic for current addition and that for voltage addition should 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, 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.

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

Figure	Group	Permissible inductance L_0
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 plotted in the diagram concerned. If, in accordance with C.3.1 current and voltage additions are considered, then both resultant characteristics should 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 should 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 should 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_0 limit curve families, being the highest C_0 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_0 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.

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.

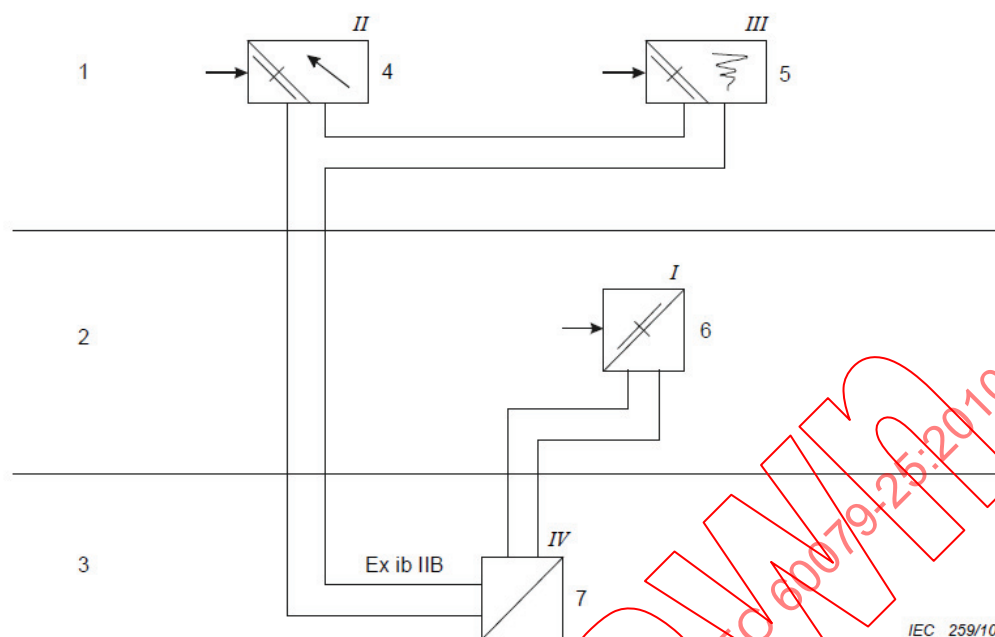
The advantage of this procedure is that all information relating to safety data can be taken from a single diagram. Nevertheless, an additional comparison of the maximum open-circuit voltage with the maximum capacitance in accordance with the permitted capacitance corresponding to the voltage and the apparatus group table in IEC 60079-11 should be made, because in certain cases the procedure described here gives a higher permissible capacitance. The values should 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, should 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 (IV) is located inside the hazardous area and supplied by an intrinsically safe power supply (I). The intrinsically safe amplifier output signal (0 to 20 mA signal) is fed to a display (II) and a plotter (III).



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	5	recorder operationally passive maximum values: 1 V, 31 mA, 10 mW linear characteristic
2	switch room	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
3	field (hazardous area)	7	analyser with amplifier (intrinsically safe apparatus)
4	display operationally passive maximum values: 12 V, 133 mA, 0,4 W linear characteristic		
I	intrinsically safe power supply	II	display
III	plotter	IV	amplifier

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 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

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

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

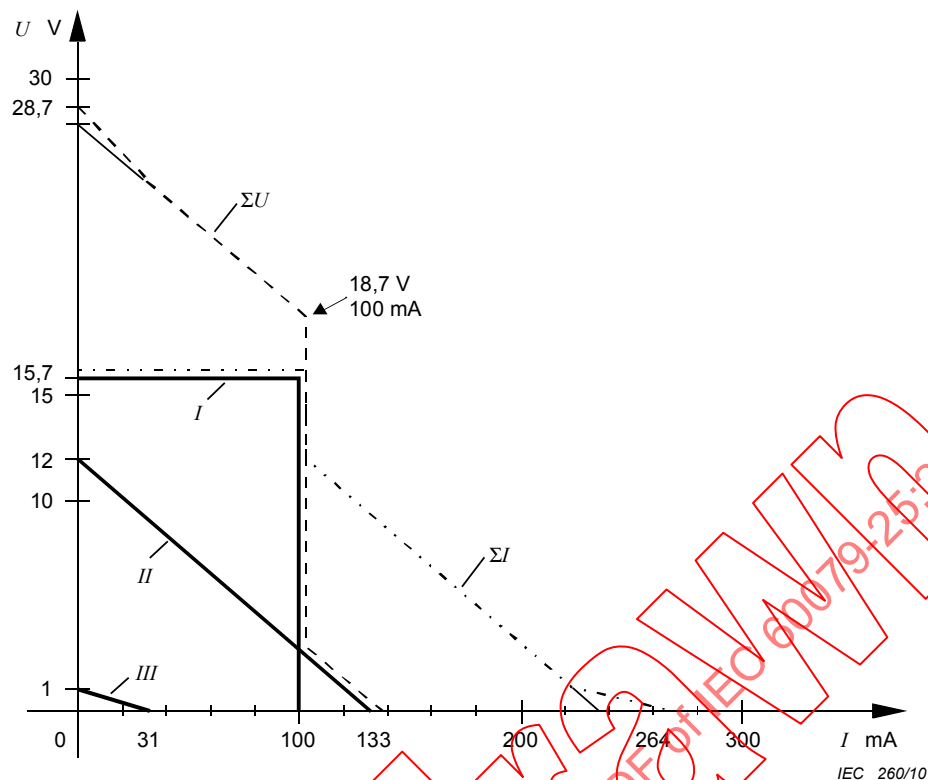
$$P_o = 10 \text{ mW}$$

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

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

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.

**Key**

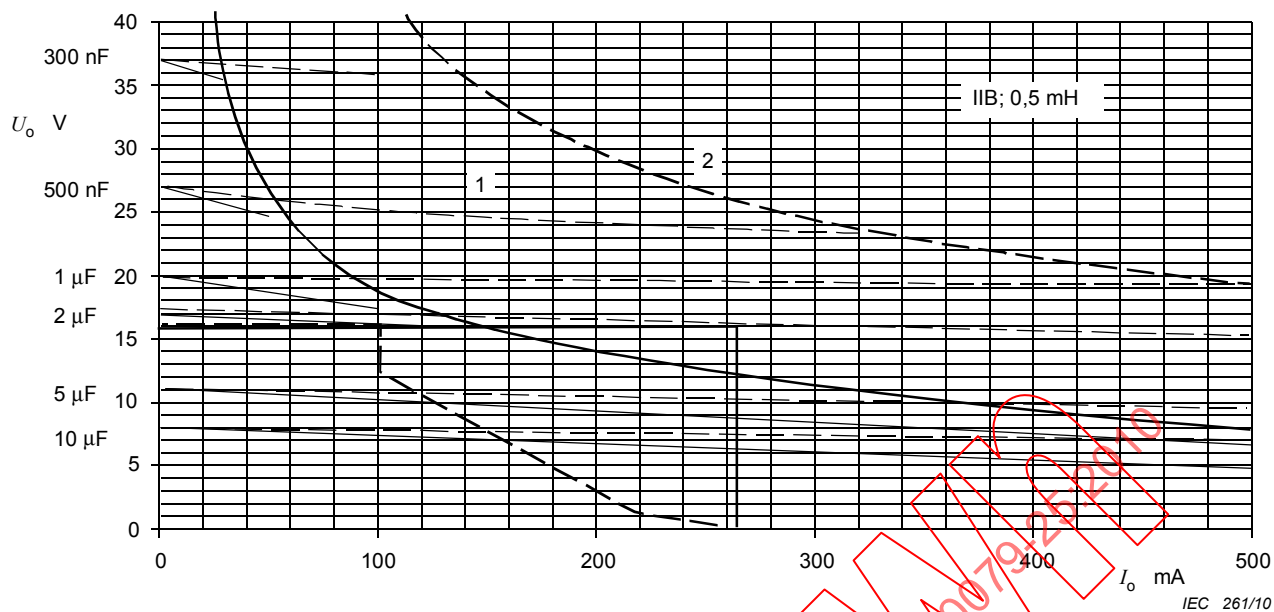
- I power supply
- II display
- III plotter

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

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.

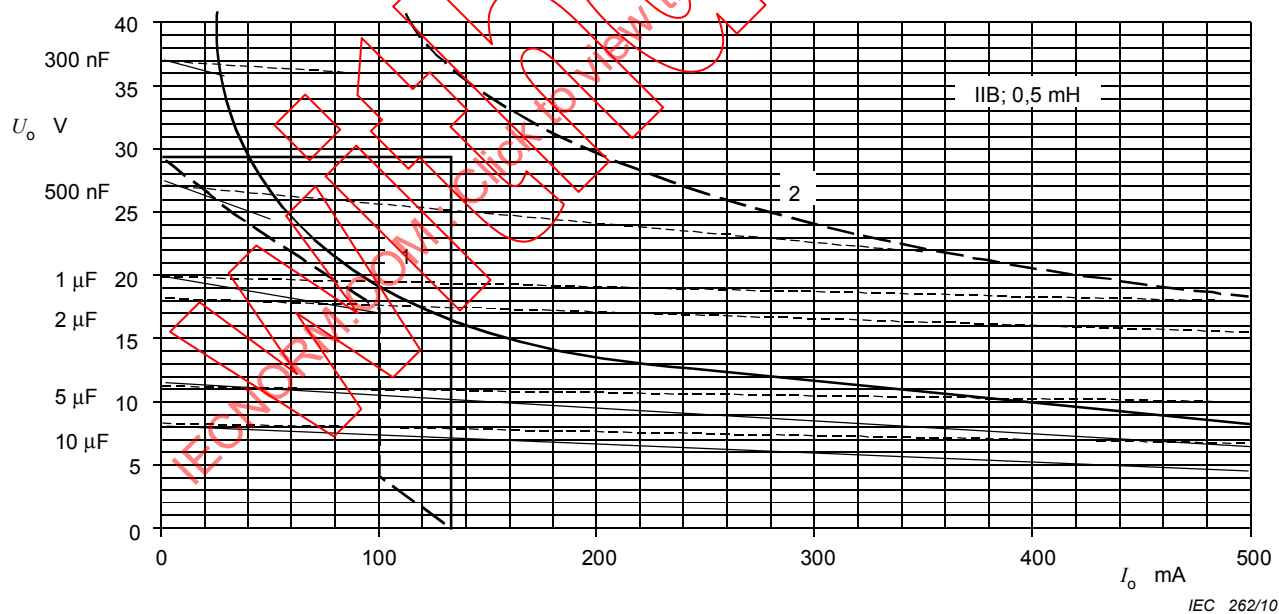
Since both resultant characteristics of the combination do not intersect the inductive limit curves for the linear and rectangular sources in Figures C.6a and C.6b, the safety test has come out positively. For the maximum voltage (28,7 V) of the resultant characteristic in the present example, the maximum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



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

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.

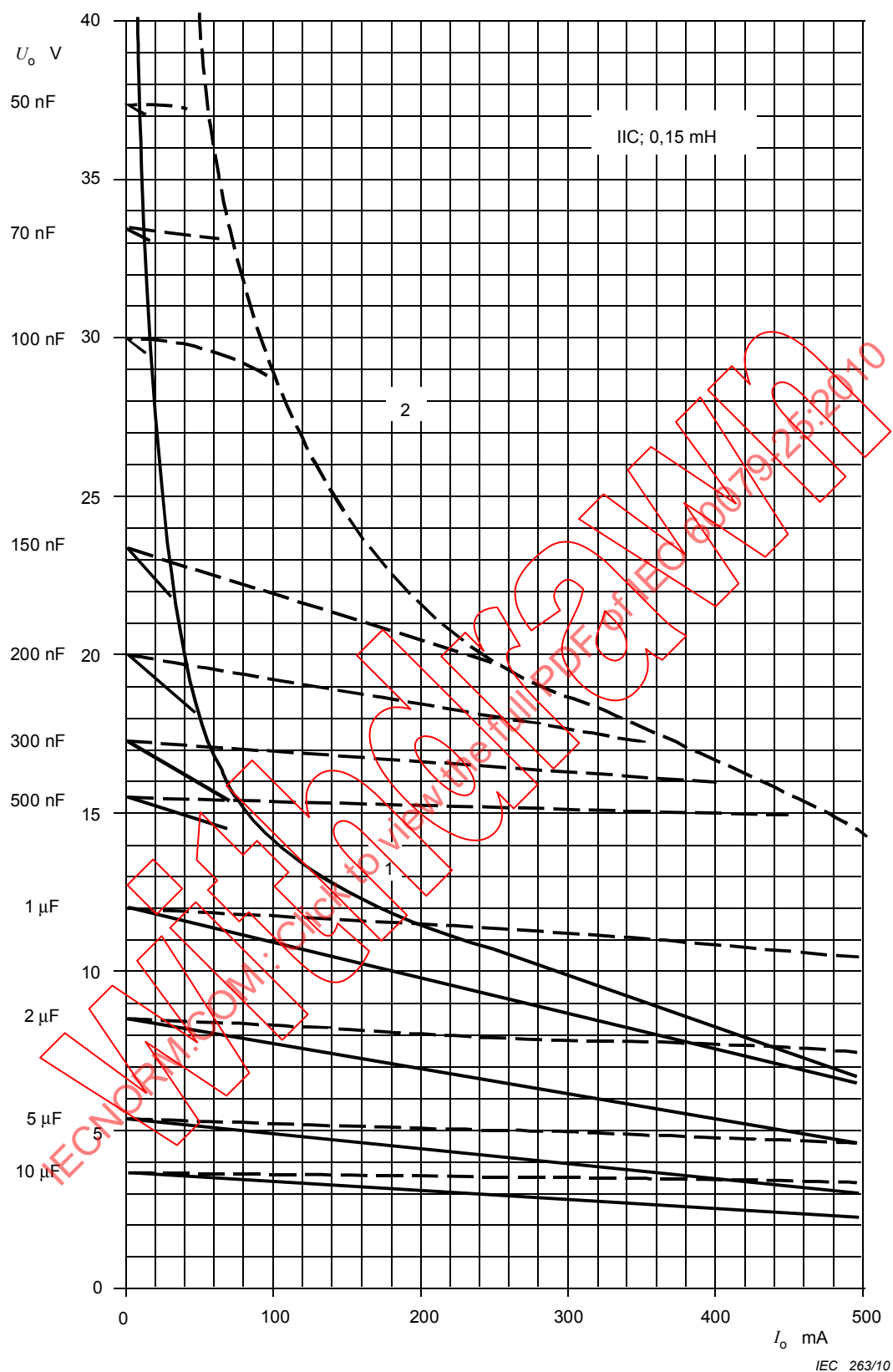
The installation rules of IEC 60079-14 permit the designer, constructor or operator of an electric installation in a hazardous area to handle such combinations at his own responsibility if a calculated or measured proof of the safety of the interconnection is carried out. Since the operator has, generally, 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.

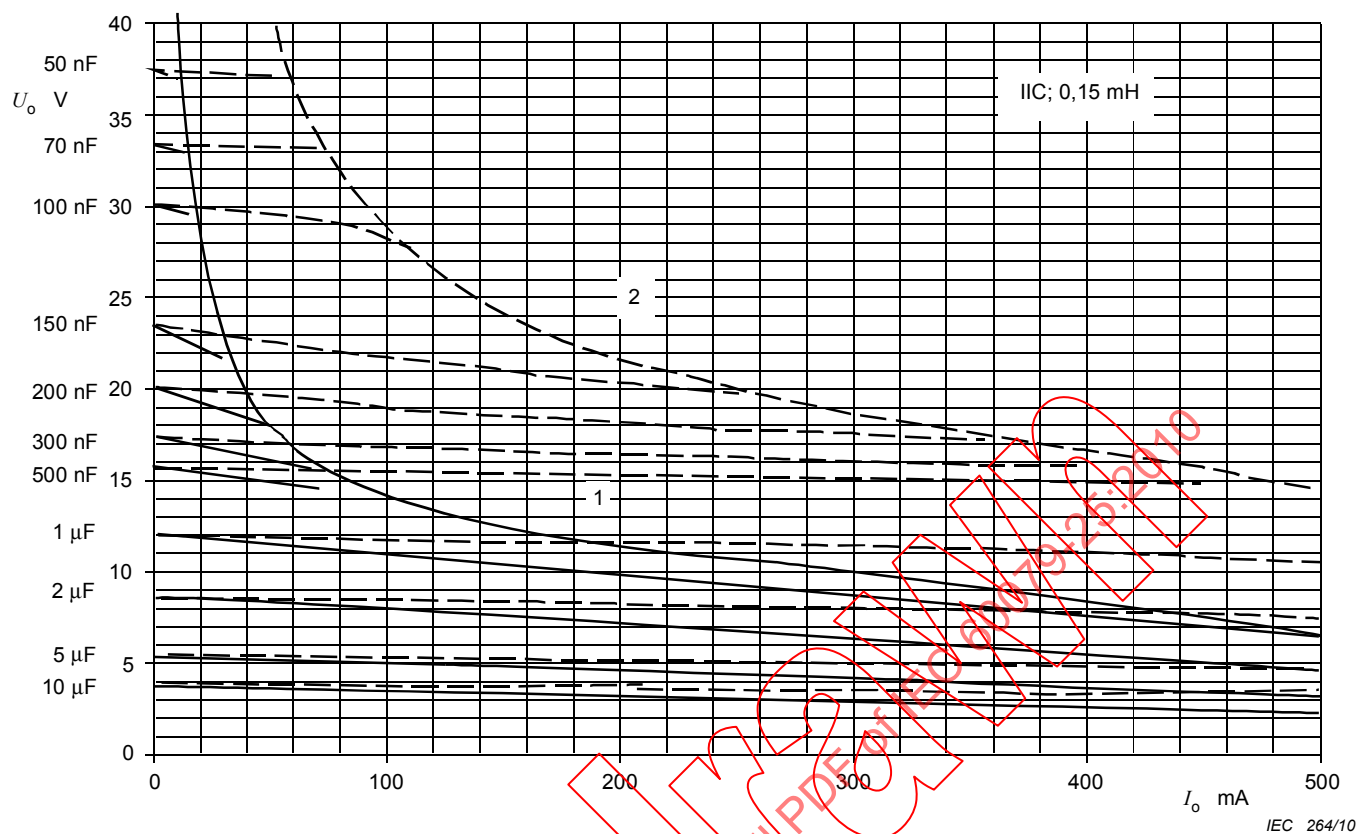
A method was therefore developed which permits the safety assessment of the combination of networks with linear and non-linear circuits to be performed by means of diagrams. The procedure described here is applicable to explosion Groups IIB and IIC and for hazardous area Zone 1.

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 in accordance with to Table C.2 are given both in a common scale and in optimized scale.

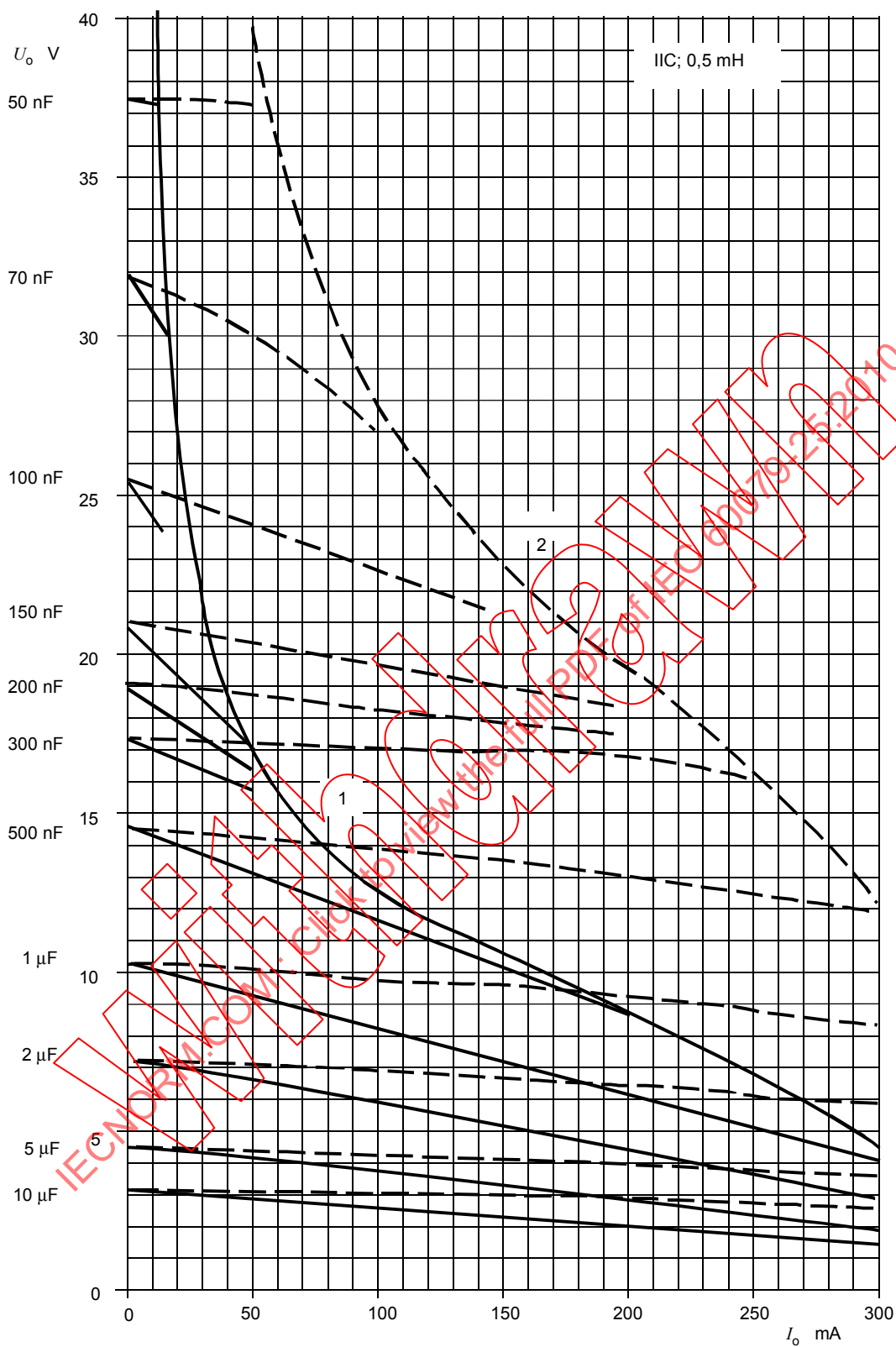




Key

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

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

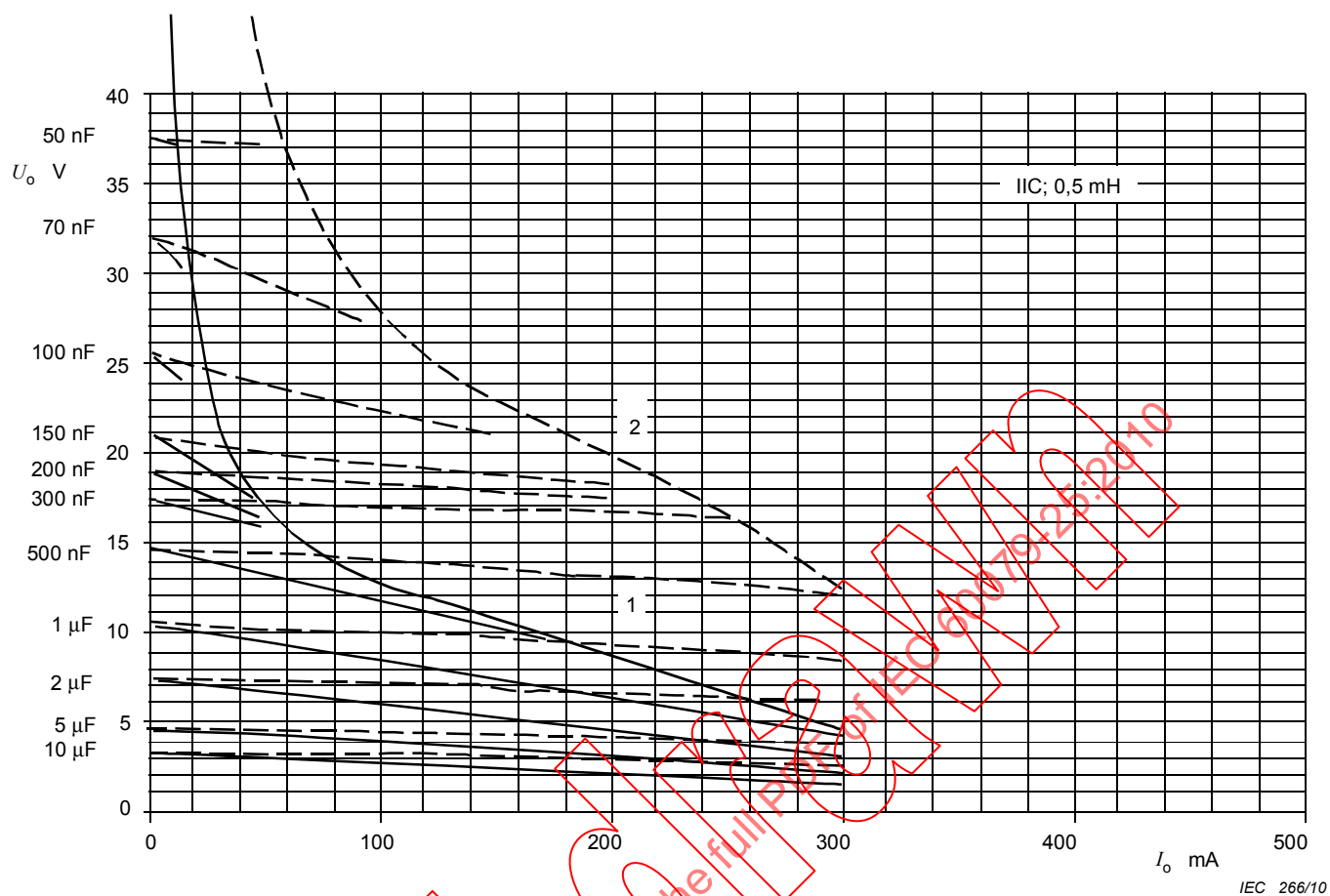


IEC 265/10

Key

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

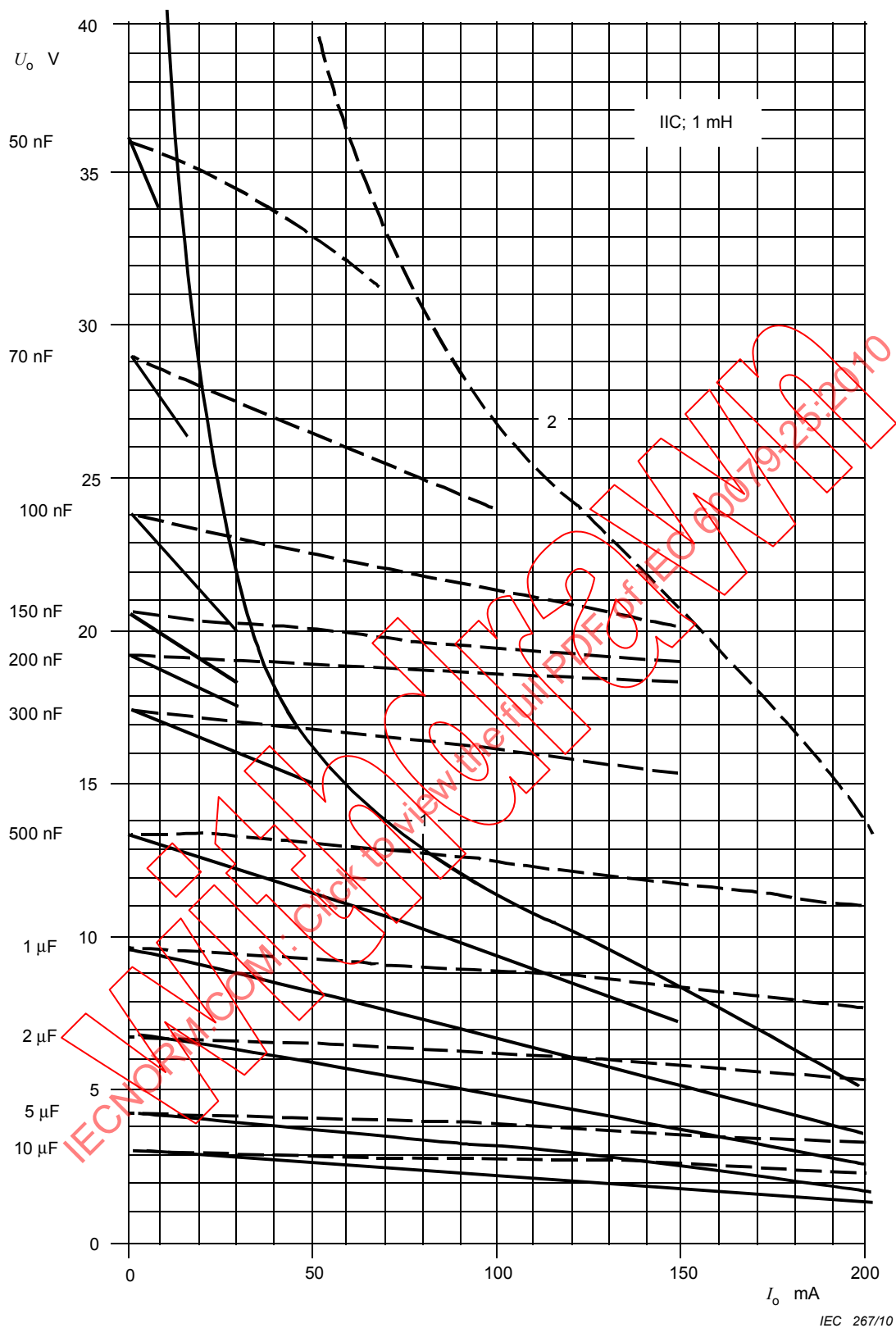
Figure C.7b – Diagram for 0,5 mH



Key

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

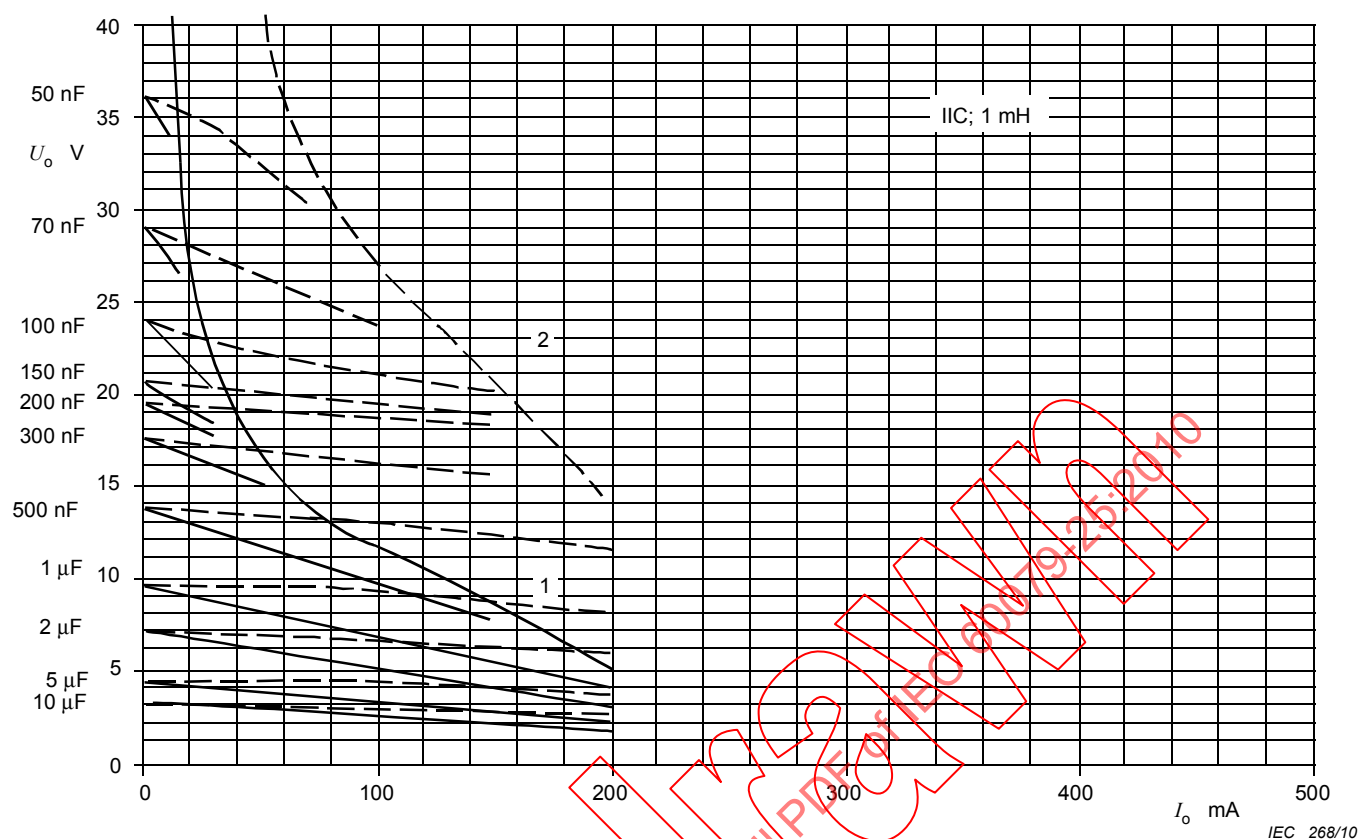
Figure C.7b – Diagram for 0,5 mH (continued)



Key

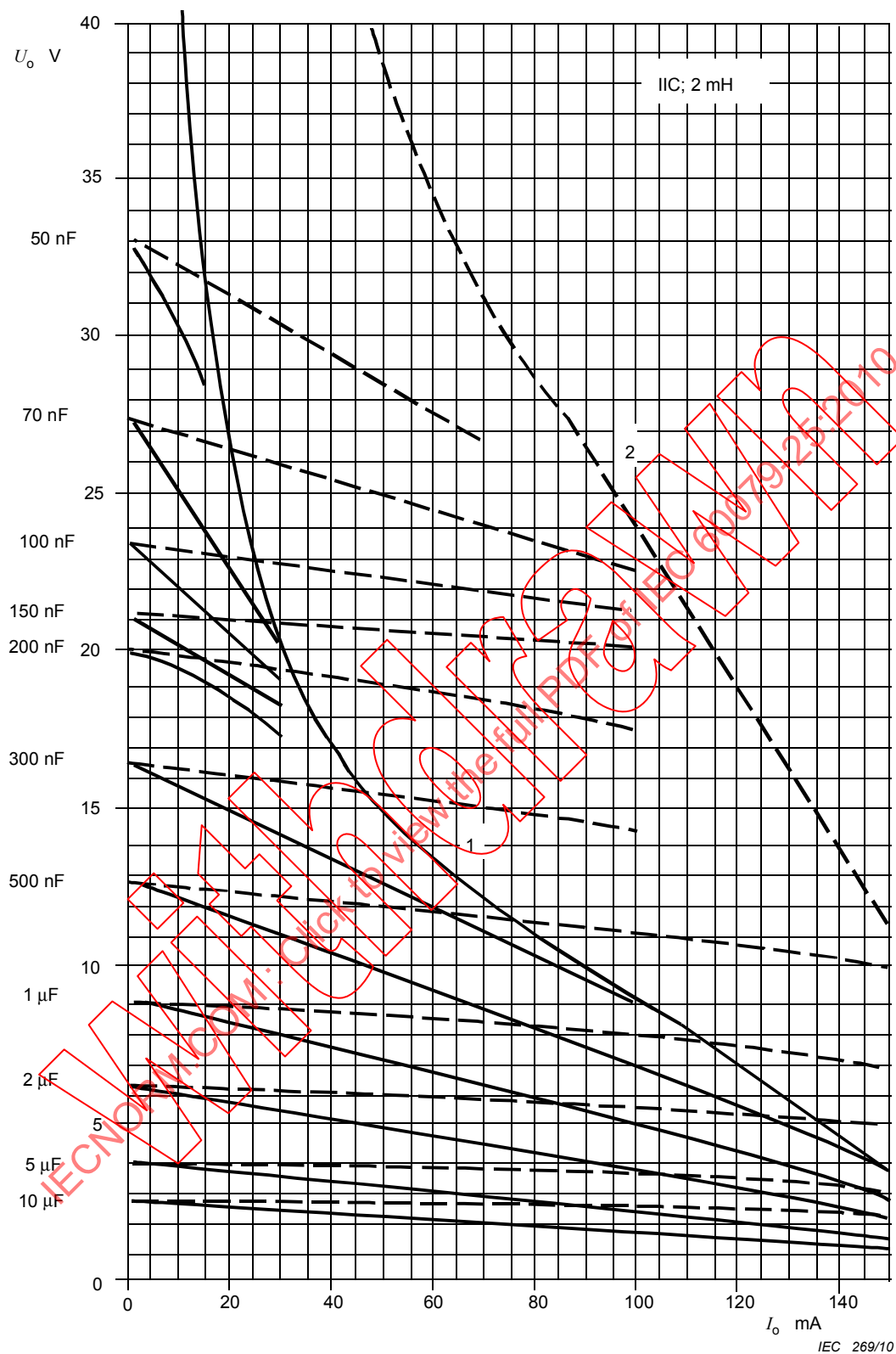
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.7c – Diagram for 1 mH

**Key**

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

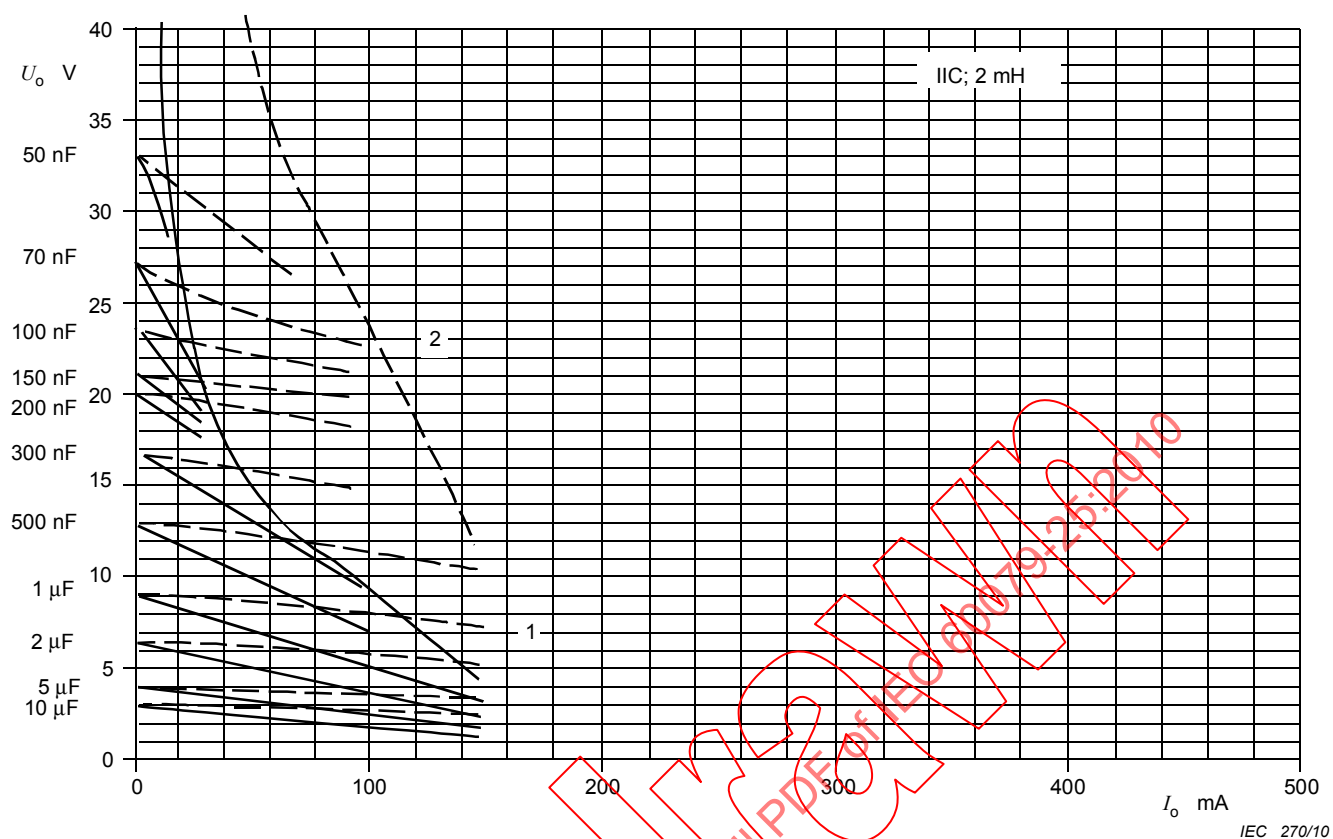
Figure C.7c – Diagram for 1 mH (continued)



Key

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

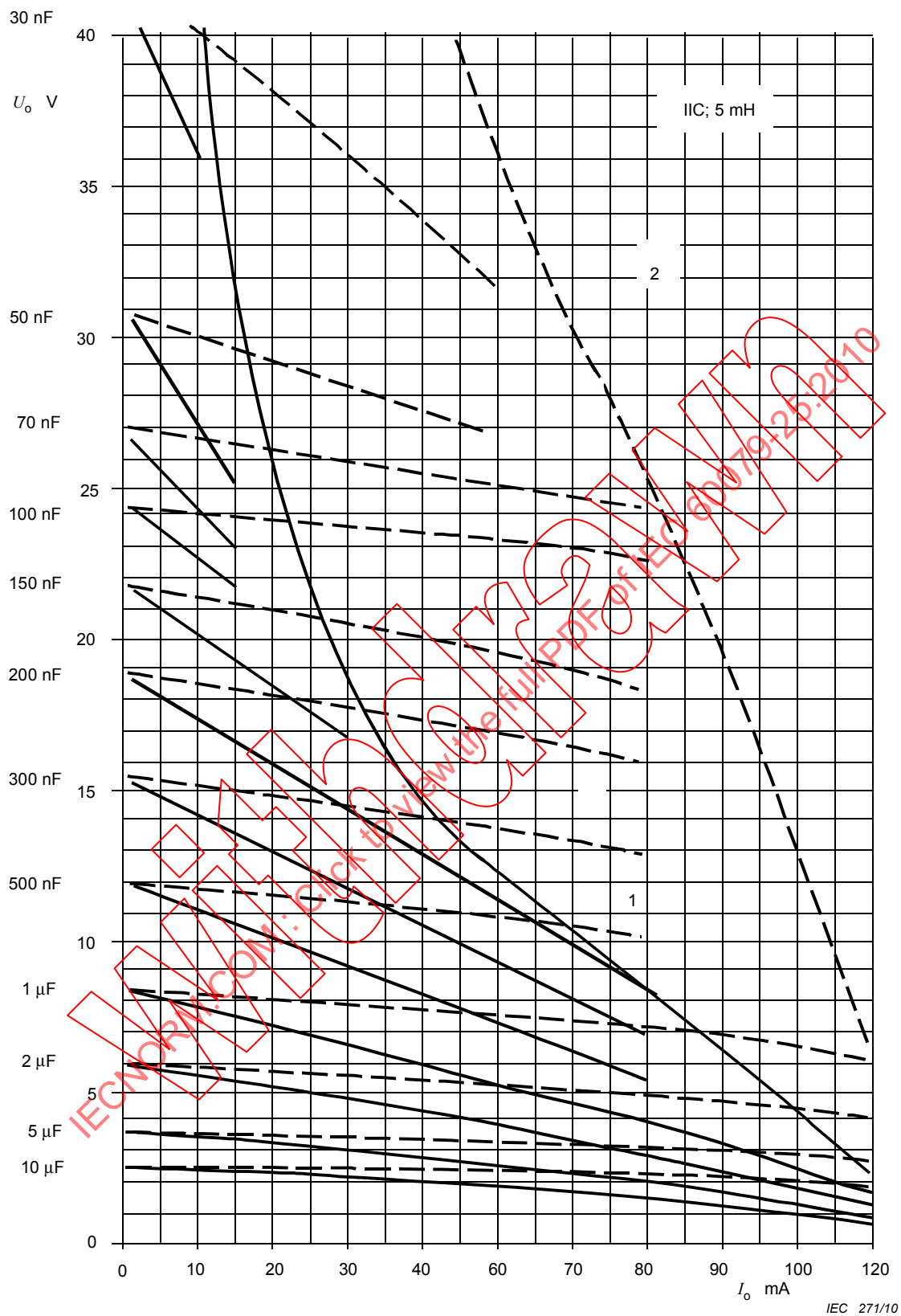
Figure C.7d – Diagram for 2 mH



Key

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

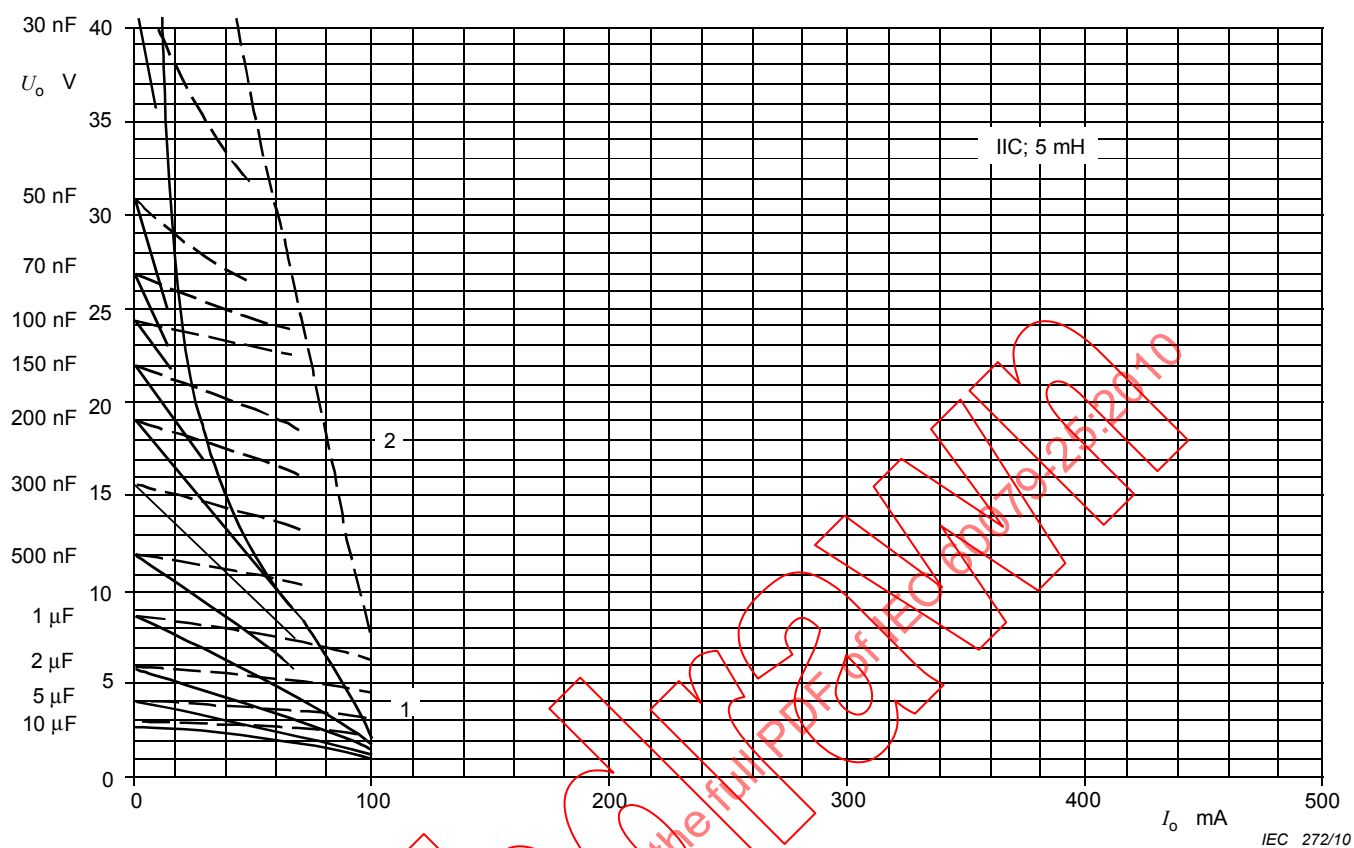
Figure C.7d – Diagram for 2 mH (continued)



Key

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

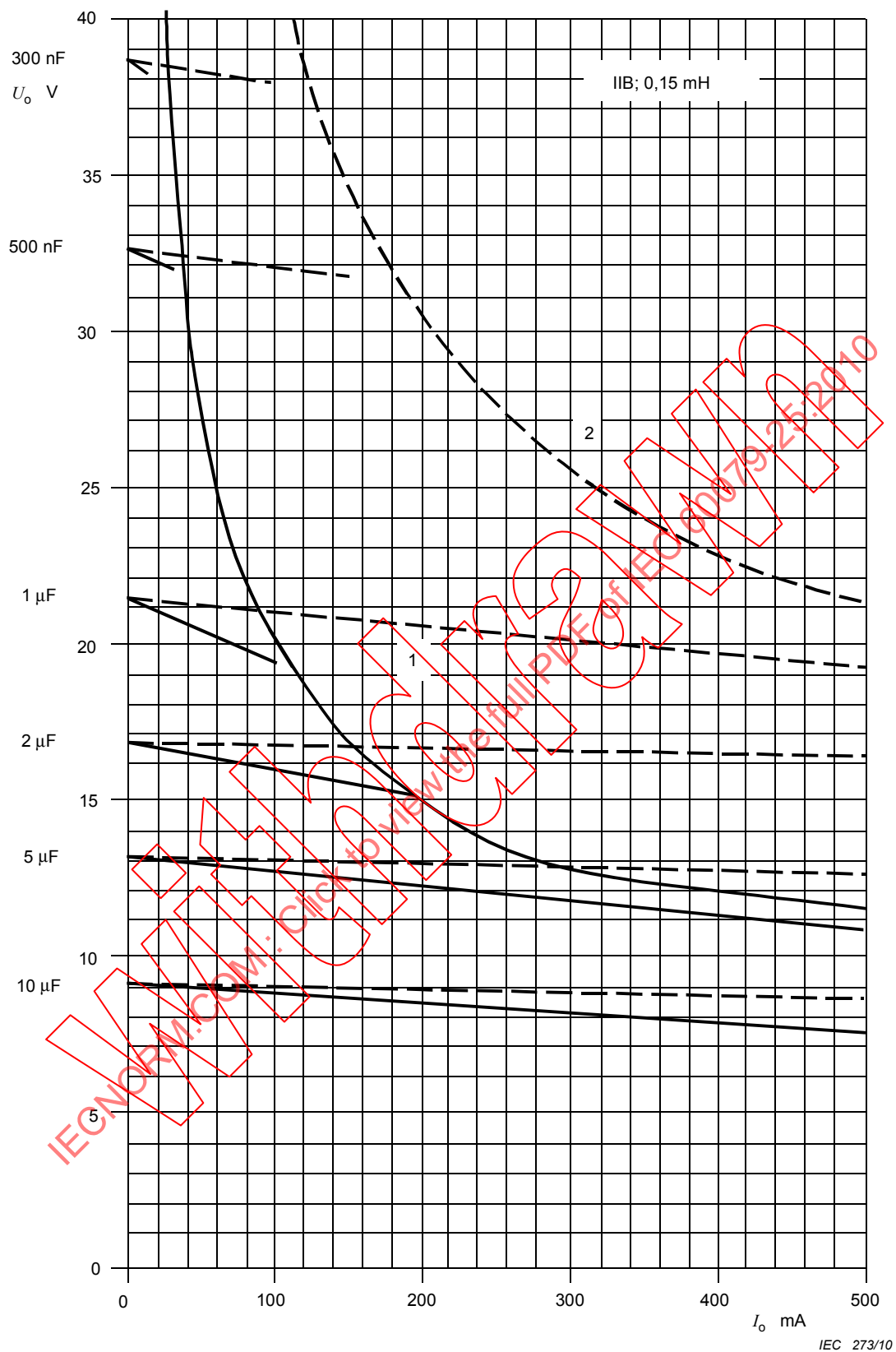
Figure C.7e – Diagram for 5 mH

**Key**

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

Figure C.7e – Diagram for 5 mH (continued)

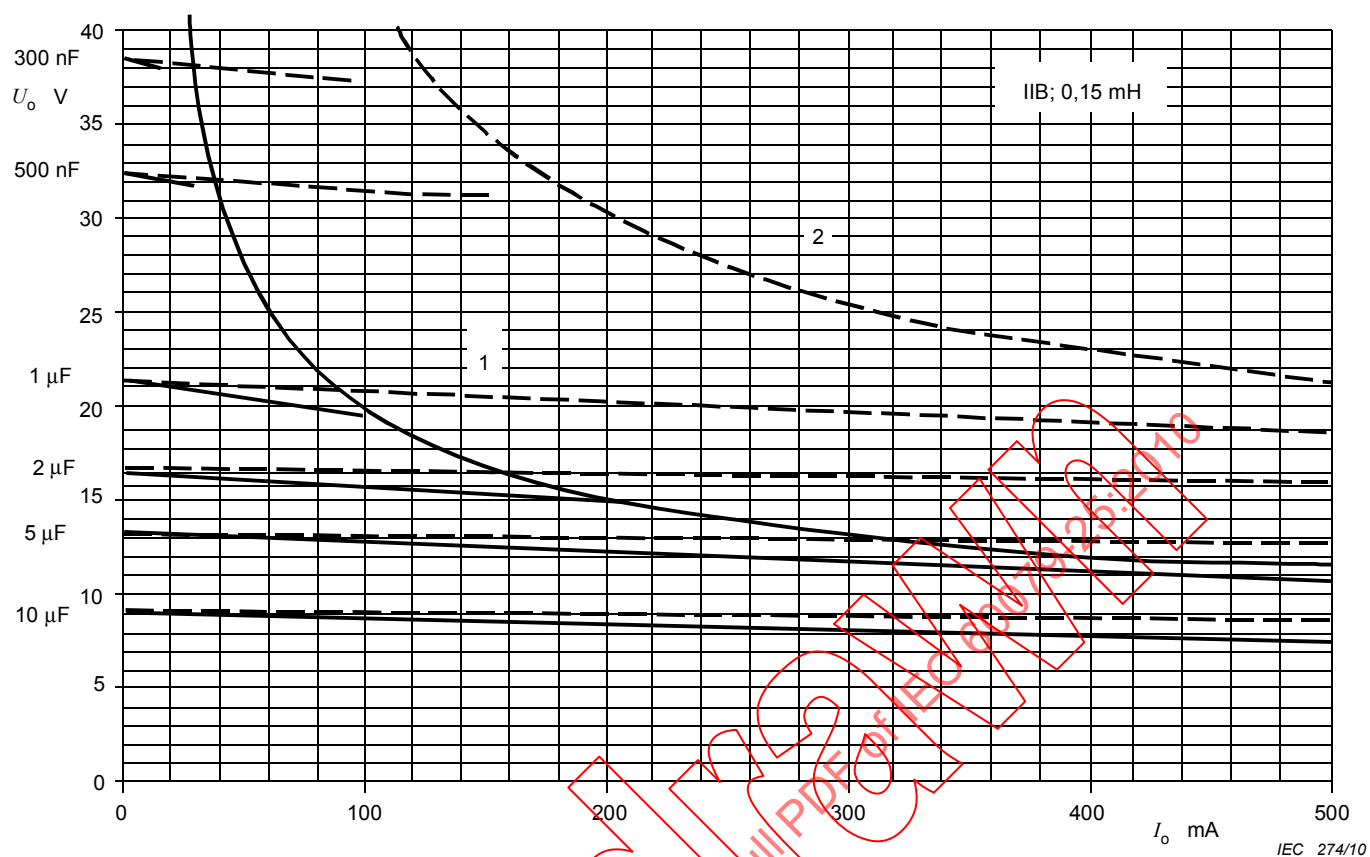
Figure C.7 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIC



Key

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

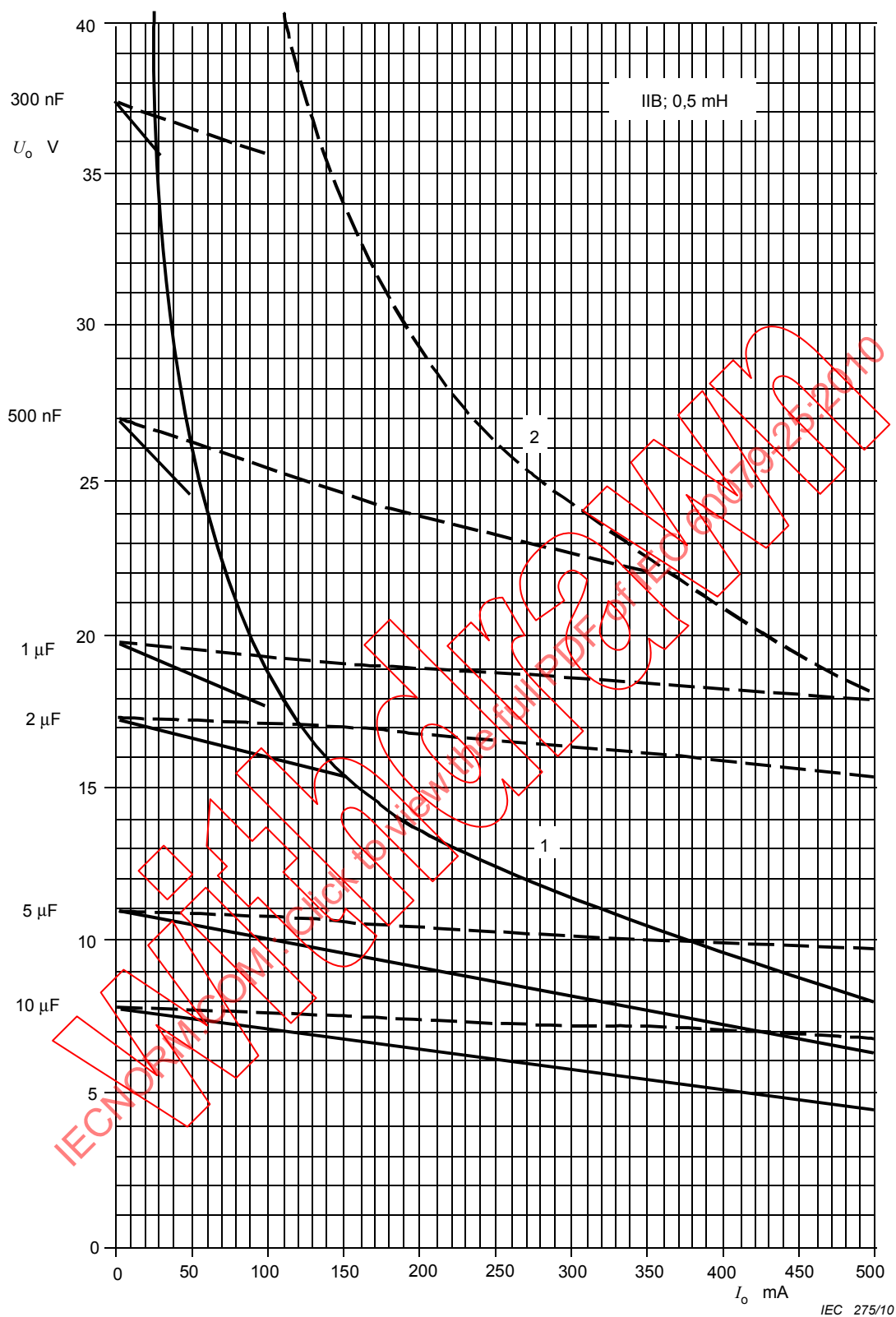
Figure C.8a – Diagram for 0,15 mH



Key

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

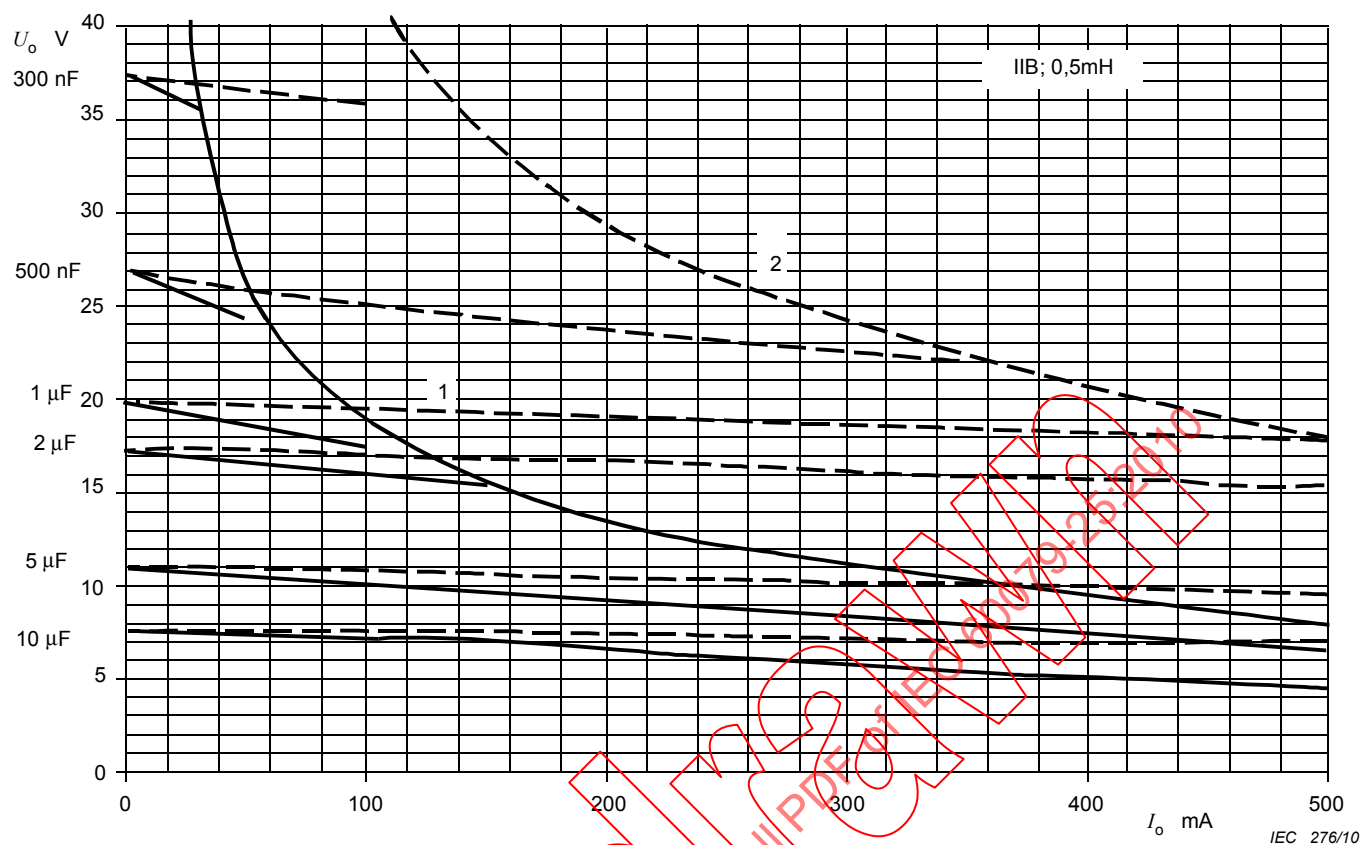
Figure C.8a – Diagram for 0,15 mH (continued)



Key

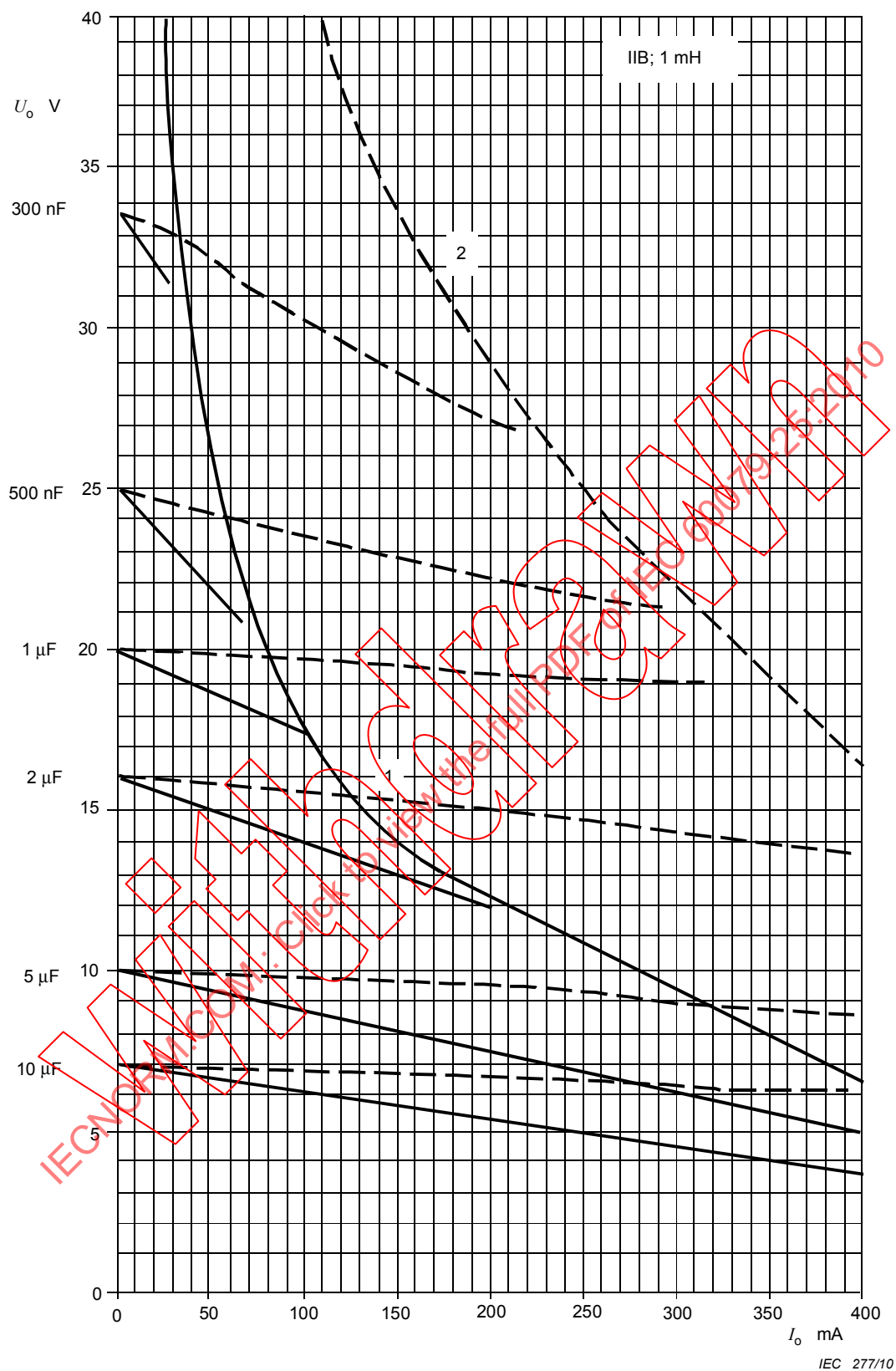
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8b – Diagram for 0,5 mH

**Key**

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

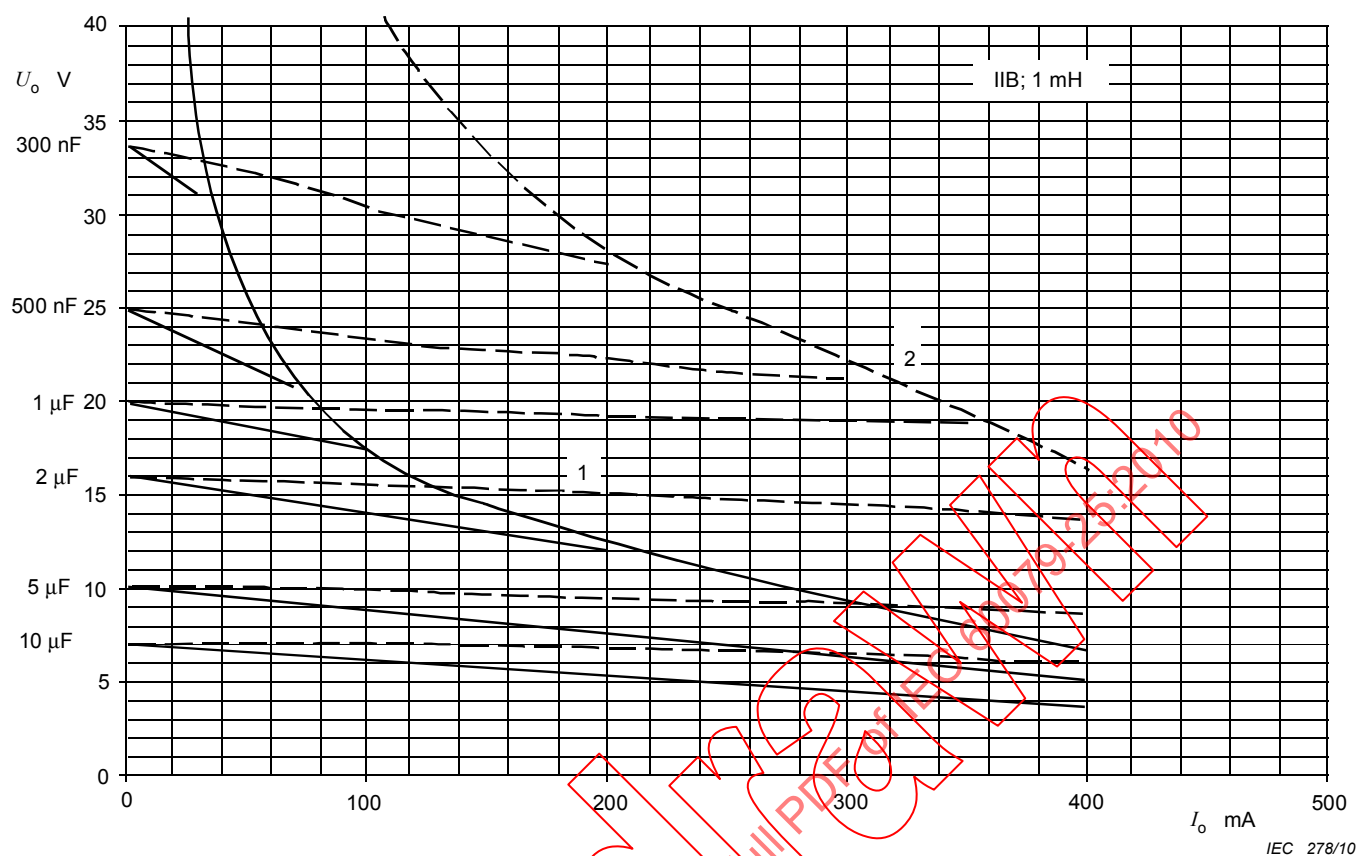
Figure C.8b – Diagram for 0,5 mH (continued)



Key

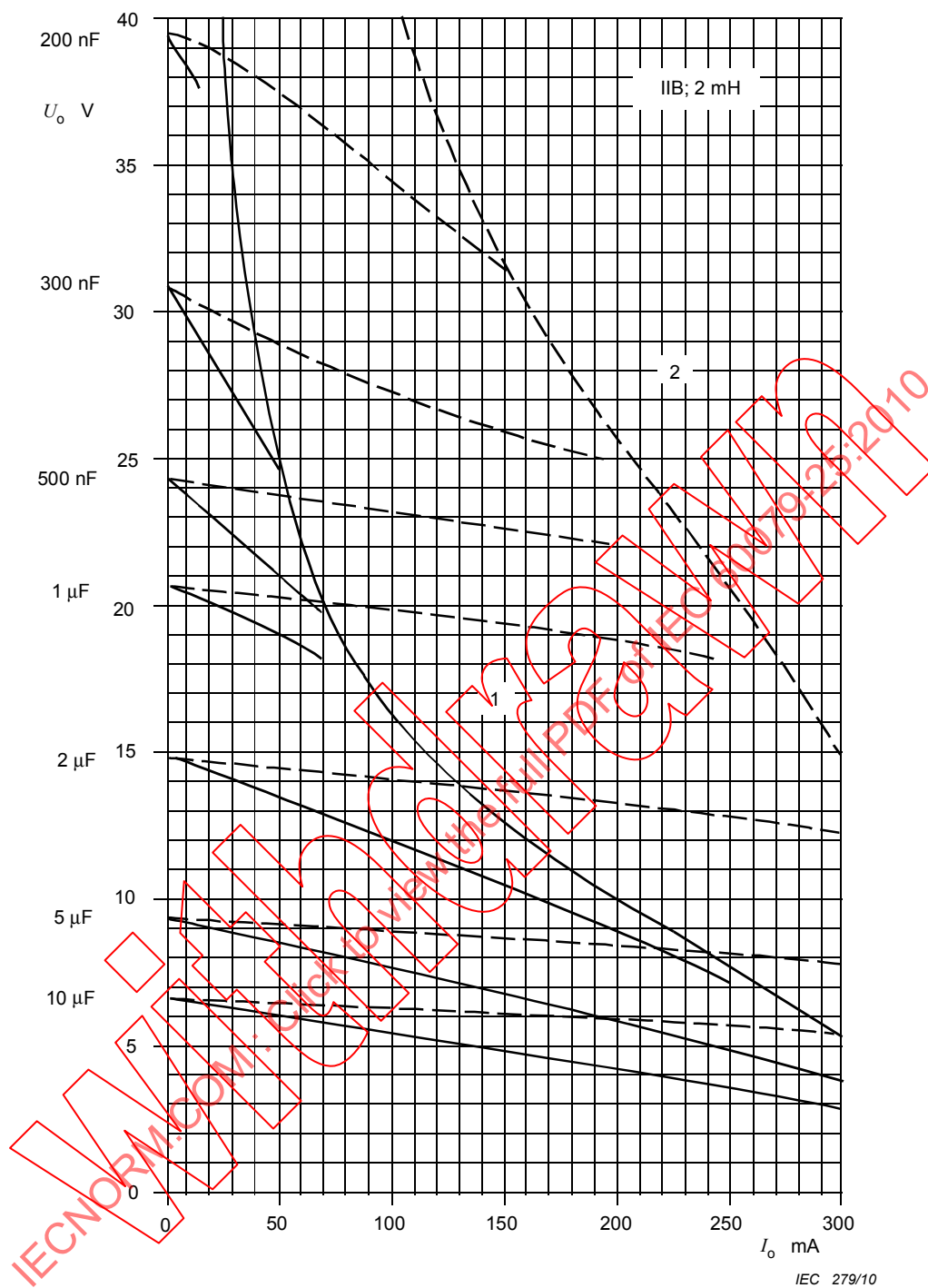
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8c – Diagram for 1 mH

**Key**

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

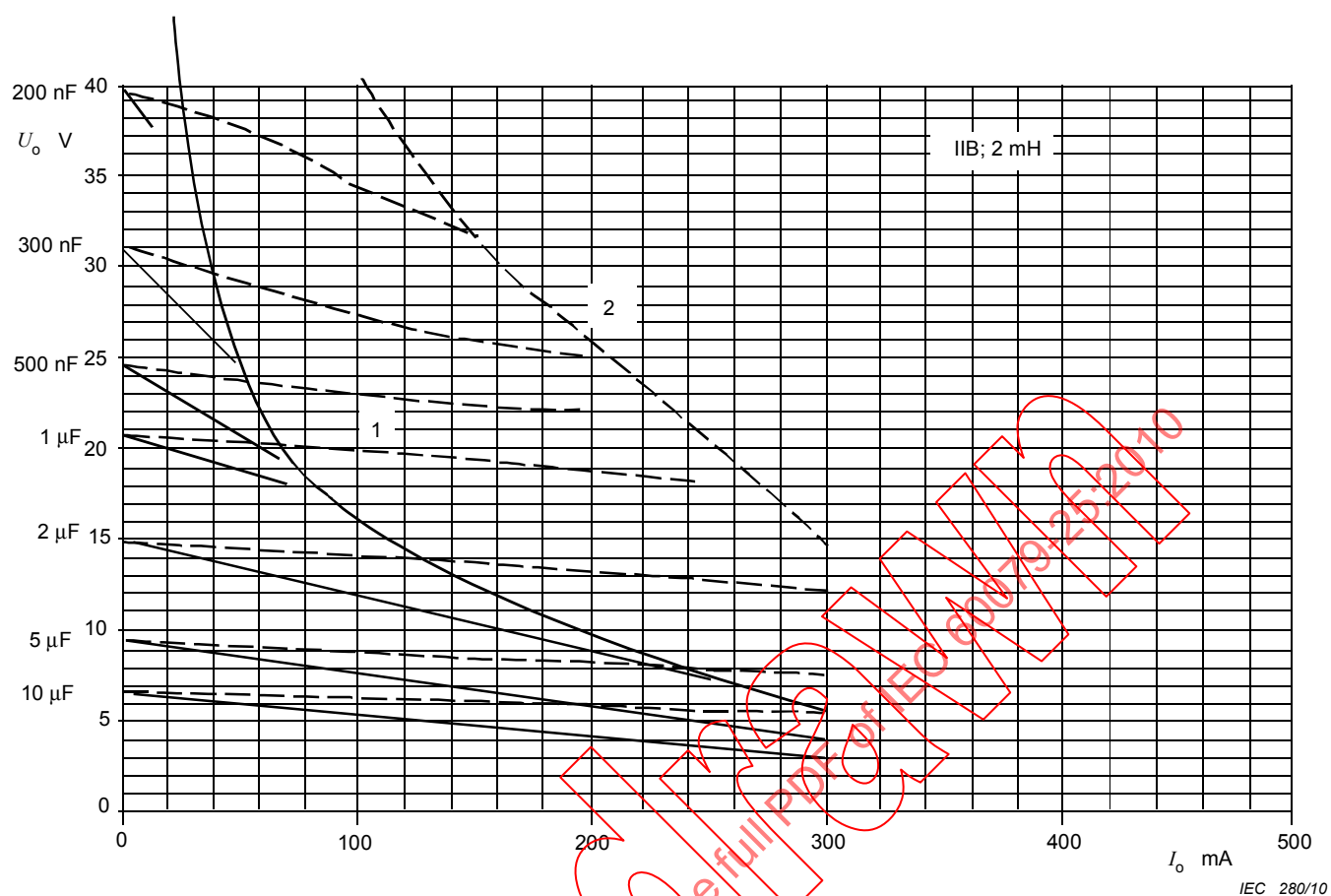
Figure C.8c – Diagram for 1 mH (continued)



Key

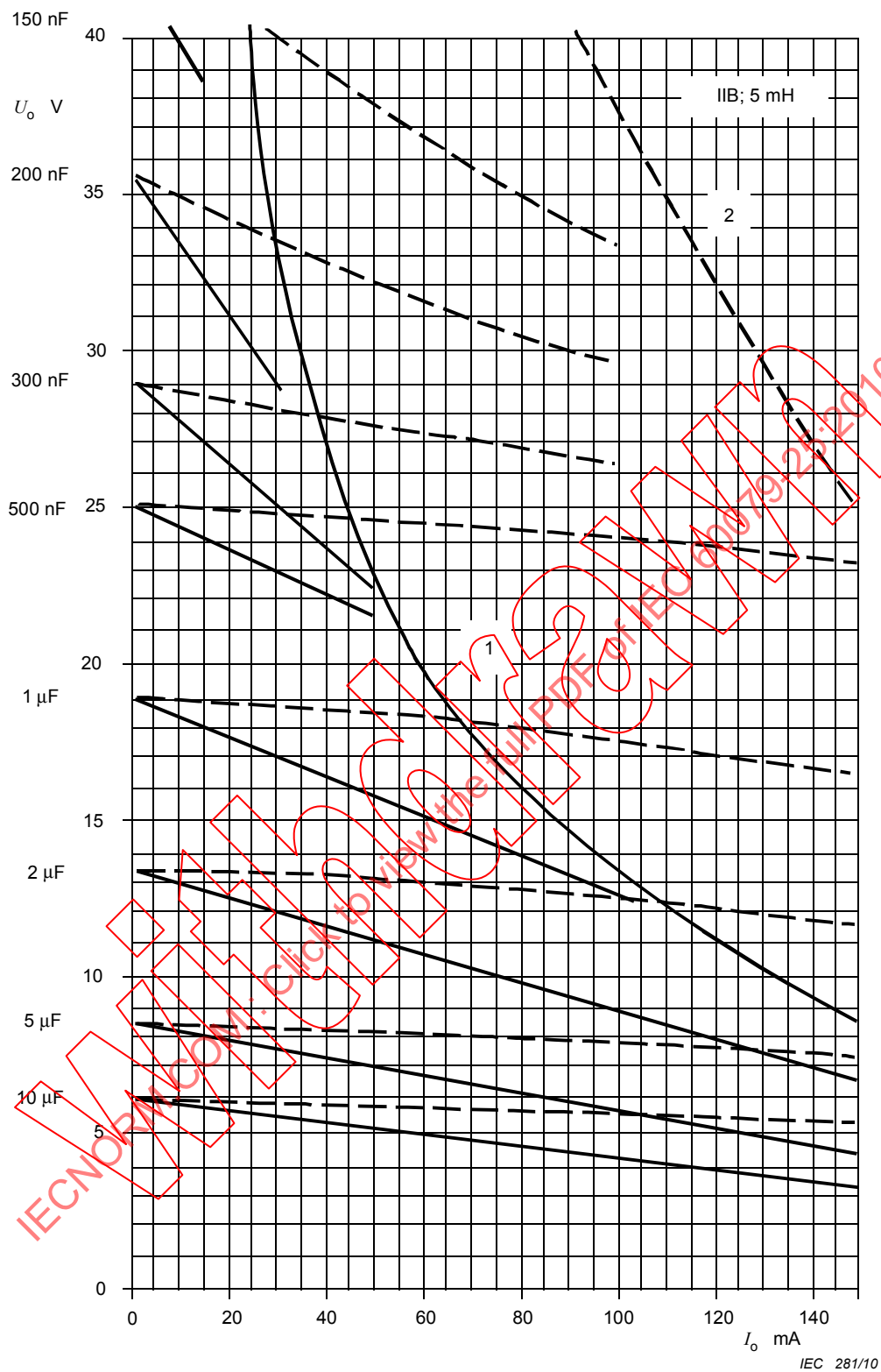
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

Figure C.8d – Diagram for 2 mH

**Key**

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

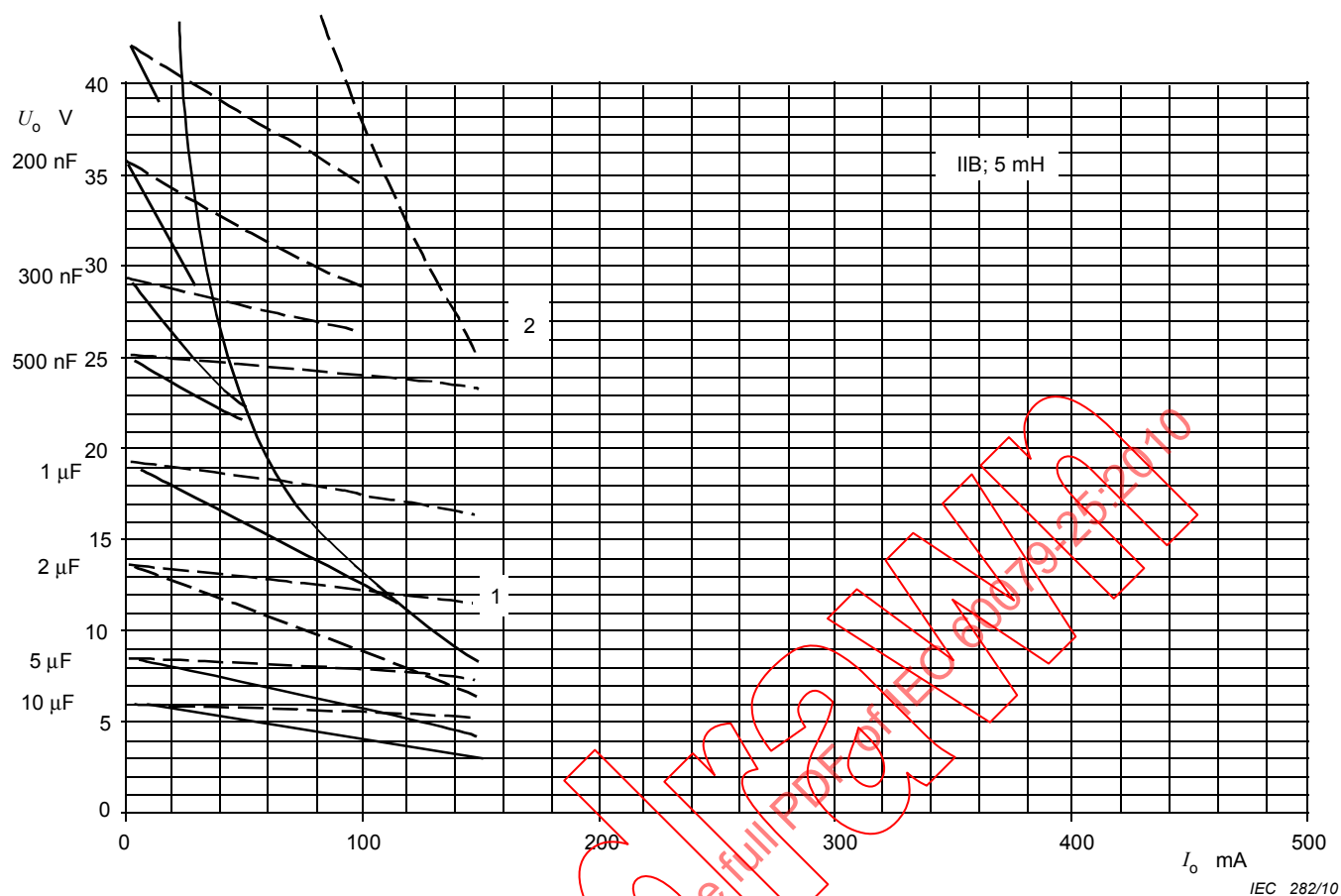
Figure C.8d – Diagram for 2 mH (continued)



Key

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

Figure C.8e – Diagram for 5 mH



Key

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

Figure C.8e – Diagram for 5 mH (continued)

Figure C.8 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIB

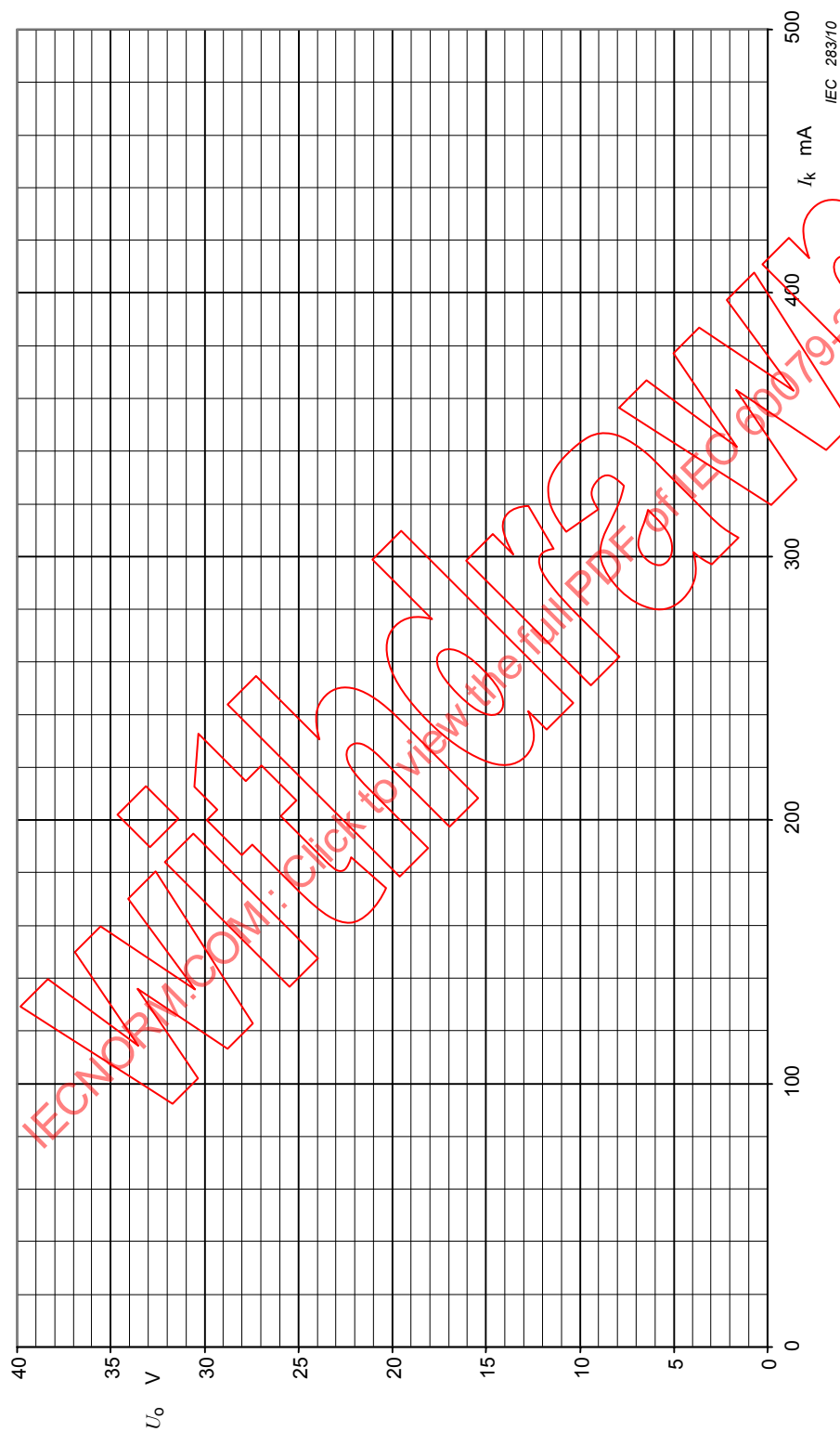


Figure C.9 – Copy pattern for universal source diagrams

Annex D (normative)

Verification of inductive parameters

Figure D.1 illustrates the system being analysed.

R_i is the inherent resistance of the inductive coil. If the coil resistance is supplemented by an additional resistor, then that resistor shall conform to the criteria of an infallible resistor.

R_o is the output resistance of the linear source of power, that is U_o/I_o .

If L_i is less than L_o , then the permitted inductance of the cable may be taken, as the difference between the two values and the system is acceptable.

If L_i/R_i is less than the permitted L_o/R_o of the power source, then the system is acceptable and the permitted L/R ratio of the cable remains L_o/R_o .

NOTE 1 Where a power supply uses the lowest value of a current-limiting resistor determined from the permitted short-circuit current corresponding to the voltage and the apparatus group table of IEC 60079-11, there is no permitted inductance for a cable without taking into consideration the cable resistance, and L_o equals zero.

If the inductive apparatus does not conform to either of these two requirements, then a more extensive analysis should be undertaken as follows.

Determine the current, which flows through the inductance. In the circuit illustrated, this is $I = U_o/(R_o + R_i)$.

Multiply this current by 1,5 and use the inductive curves in IEC 60079-11 appropriate to the required equipment group to determine the maximum permitted inductance L_{max} .

If L_{max} is less than the inductance of the coil L_i , then the circuit is not acceptable.

If L_{max} is greater than L_i , then the permitted cable inductance L_c is the smaller of the two values $(L_{max} - L_i)$ or L_o .

If required, maximum inductance to resistance ratio of the cable (L_c/R_c), which may be connected in the system, shall be calculated using the following formula. This formula takes account of a 1,5 factor of safety on current and shall not be used where C_i for the output terminals of the apparatus exceeds 1 % of C_o .

$$\frac{L_c}{R_c} = \frac{8eR + (64e^2R^2 - 72U_o^2eL)^{1/2}}{4,5U_o^2} \mu\text{H}/\Omega$$

where

e is the minimum spark-test apparatus ignition energy in microjoules, and is for

- Group I apparatus: 525 μJ ,
- Group IIA apparatus: 320 μJ ,
- Group IIB apparatus: 160 μJ ,
- Group IIC apparatus: 40 μJ ;

R is the total circuit resistance ($R_o + R_i$), in ohms;

U_o is the maximum open circuit voltage, in volts;

L is the total circuit inductance (L_i + internal inductance of power source) in henries;

The permitted L_c/R_c ratio of the system cable is whichever is the smaller of this calculated value and the L_o/R_o ratio of the source of power.

NOTE 2 In determining the temperature classification of such an inductor, the assumption is made that the coil resistance falls to the value permitting maximum power transfer.

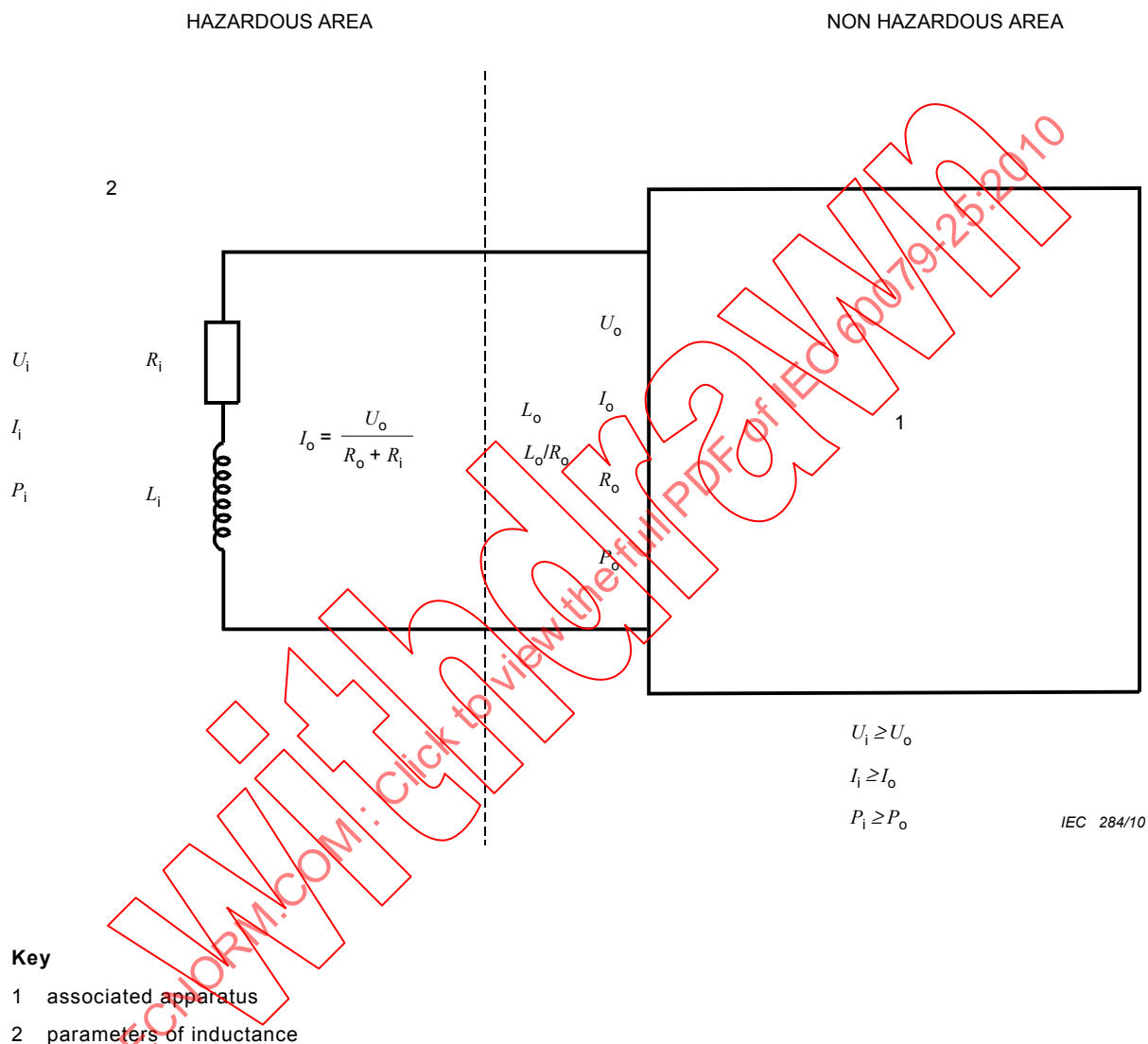


Figure D.1 – Typical inductive circuit

Annex E (informative)

A possible format for descriptive systems drawings and installation drawings

This annex is intended to illustrate the information that is considered desirable in preparing descriptive system drawings as shown in Figure E.1 and installation drawings as shown in Figure E.2. It is not intended to promote a particular format for these drawings or suggest that other methods of storing the information cannot be equally effective. The example illustrated was deliberately chosen because of its complexity and illustrates almost all facets of system design. The majority of applications are much simpler than this and comprise a single transmitter and interface.

The block diagram contains all the information necessary to confirm the status of the system, and to make possible the analysis described in Annexes A and B. The note on the RTD confirms that it is simple apparatus and that its temperature classification is determined by the local process temperature. The failure to comply with the 500 V insulation test means that it is regarded as being earthed at the point and hence relies on the galvanic isolation within the transmitter to satisfy the requirement of the circuit being earthed at one point only.

The transmitter is certified apparatus and has safety parameters specified for both the RTD input connections and the 4 mA to 20 mA output connections. The input capacitance marginally changes the permitted cable capacitance, and the permitted ambient temperature range ensures that the transmitter is suitable for plant mounting in most locations.

The galvanically isolated interface has well-defined output parameters which are used to determine the permitted cable parameters. The restrictive cable parameter is the 80 nF cable capacitance, which is highlighted in the note under the document number. The alternative parameter in Group IIB is given since this might be more relevant to a particular application.

The installation drawing is intended to convert the descriptive system drawing to the requirements of a particular installation. The assumption is made that the installing technician requires the information necessary to create an installation, which has already been correctly designed. The technician would only need access to the descriptive system drawing if he had some reason to doubt the adequacy of the installation. The installation drawing adds the junction box, which is simple apparatus and specifies the particular cables and glands to be used. In this case they are agreed company standards complying with the relevant requirements. The temperature classification of the RTD is clarified and specific instructions on the bonding of the cable screens are given. The level of information on this drawing should be adequate to permit subsequent inspections to be carried out.

It is important to reiterate that this annex illustrates only one method of presenting this information. The essential requirement is that the descriptive system document contains all the information, which enables an adequately safe system to be created. The installation document should contain the necessary information to enable a particular embodiment of that system to be safely installed in a specific location.

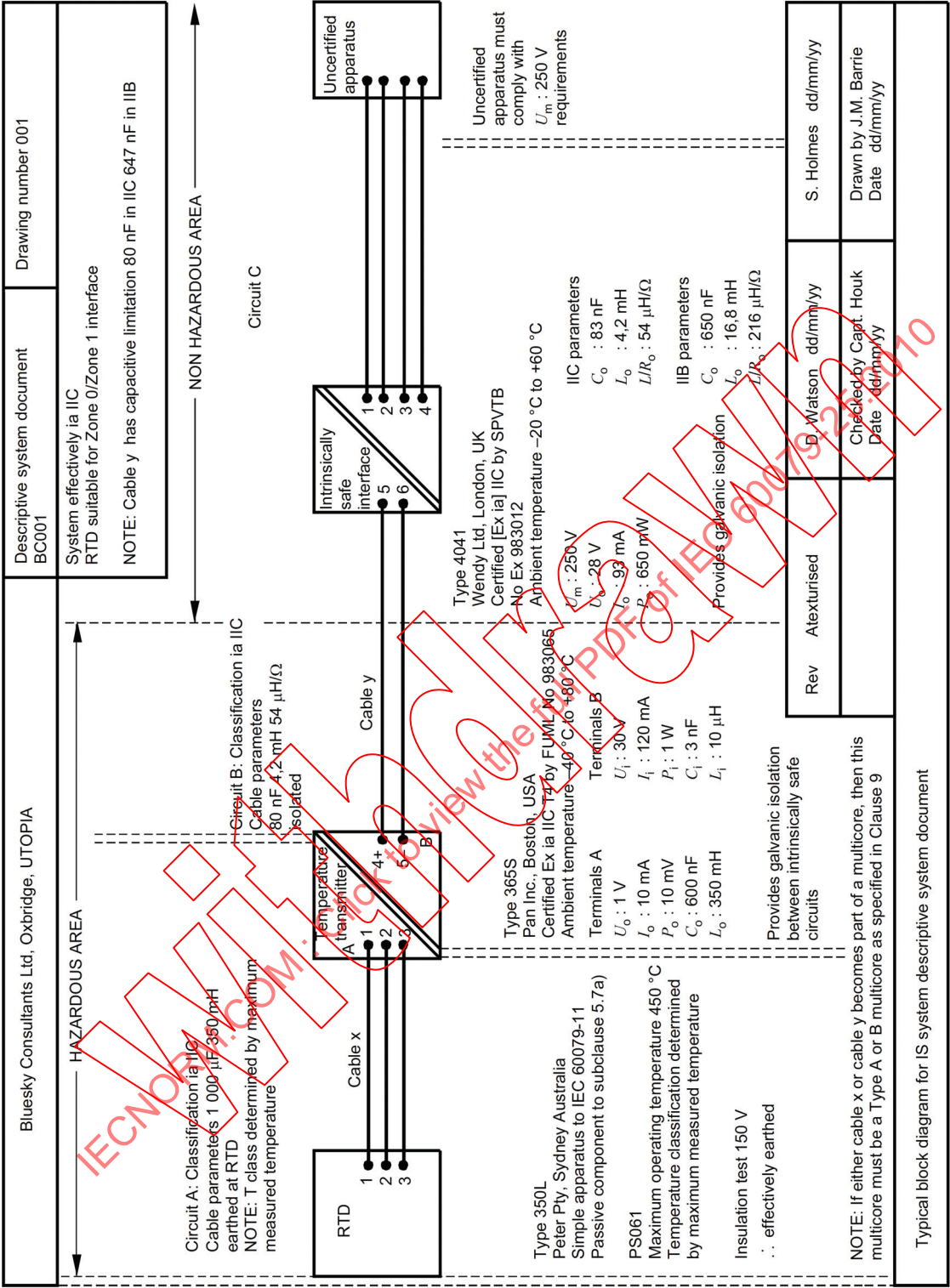


Figure E.1 – Typical block diagram for IS system descriptive system document

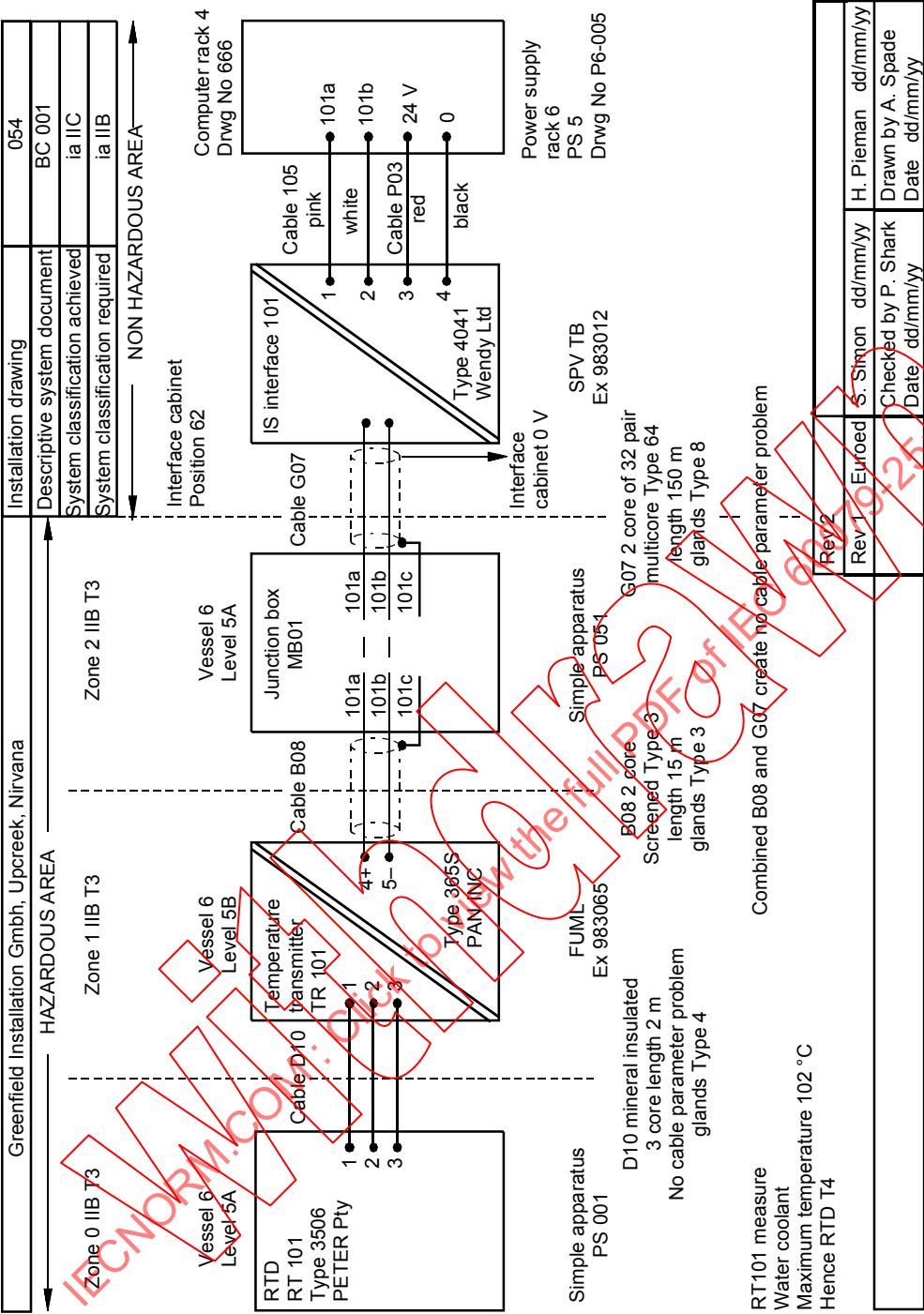


Figure E.2 – Typical installation drawing for IS system

Annex F (informative)

Surge protection of an intrinsically safe circuit

F.1 General

This annex illustrates a possible technique for protecting an intrinsically safe circuit from the surges induced by a nearby lightning strike. This type of protection is only applied when a risk analysis of the probability of a lightning strike and the consequences of such an event shows it to be necessary. The example is intended to demonstrate the necessary analysis; it is not the only possible solution.

F.2 Installation to be protected

Figure F.1 illustrates a typical installation where the neutral is directly connected to an earth mat. Other bonding techniques are equally acceptable. The temperature-sensing element penetrates the Faraday cage of a storage tank containing a flammable material. The sensing element resistance is converted to 4 mA to 20 mA by a converter with internal isolation. This current is then fed into the computer-input network via a galvanic isolator. The combination of isolator, converter and the sensing element needs to be analysed as being an intrinsically safe system and is the system analysed in Annex E.

F.3 Lightning induced surges

One possible scenario is lightning striking the tank at point X and the resultant current being dispersed via the foundations of the tank and the equipotential bonding of the installation. A transient voltage (typically 60 kV) would be developed between the tank top (X) and the bonding point of the computer '0' volt (Y). The transient voltage would cause breakdowns of the galvanic isolator and the converter isolation and could create a side flash within the vapour space of the tank with a high probability of an explosion.

F.4 Preventive measures

A surge suppressor can be mounted on the tank to protect the transmitter segregation thus preventing a potential difference within the tank. The surge suppressor is bonded to the tank to preserve the Faraday cage. The multi-element surge suppressor restricts the voltage excursion (60 V) to a level which can readily be absorbed by the transmitter isolation.

A second surge arrester is necessary to prevent the galvanic isolator and computer input circuits being damaged. This surge suppressor would normally be mounted in the safe area and connected as indicated. The resultant common-mode surge on the isolator would not overstress the isolation within the galvanic isolator.

The system is not intrinsically safe during the transient voltage but the high currents and voltages are removed from the highest hazard location within the tank and are present in the relatively secure location of the interconnecting cables.

The system is indirectly earthed (bonded) at two places and during the transient period the circulating current flowing is incandive. However, in normal operation the indirect earths are non-conducting and require a relatively high voltage (120 V) between the bonding connections of the surge suppression networks for any significant current to flow. Such a voltage should not exist for any significant time and hence the circuits are adequately safe.

F.5 Supporting documentation

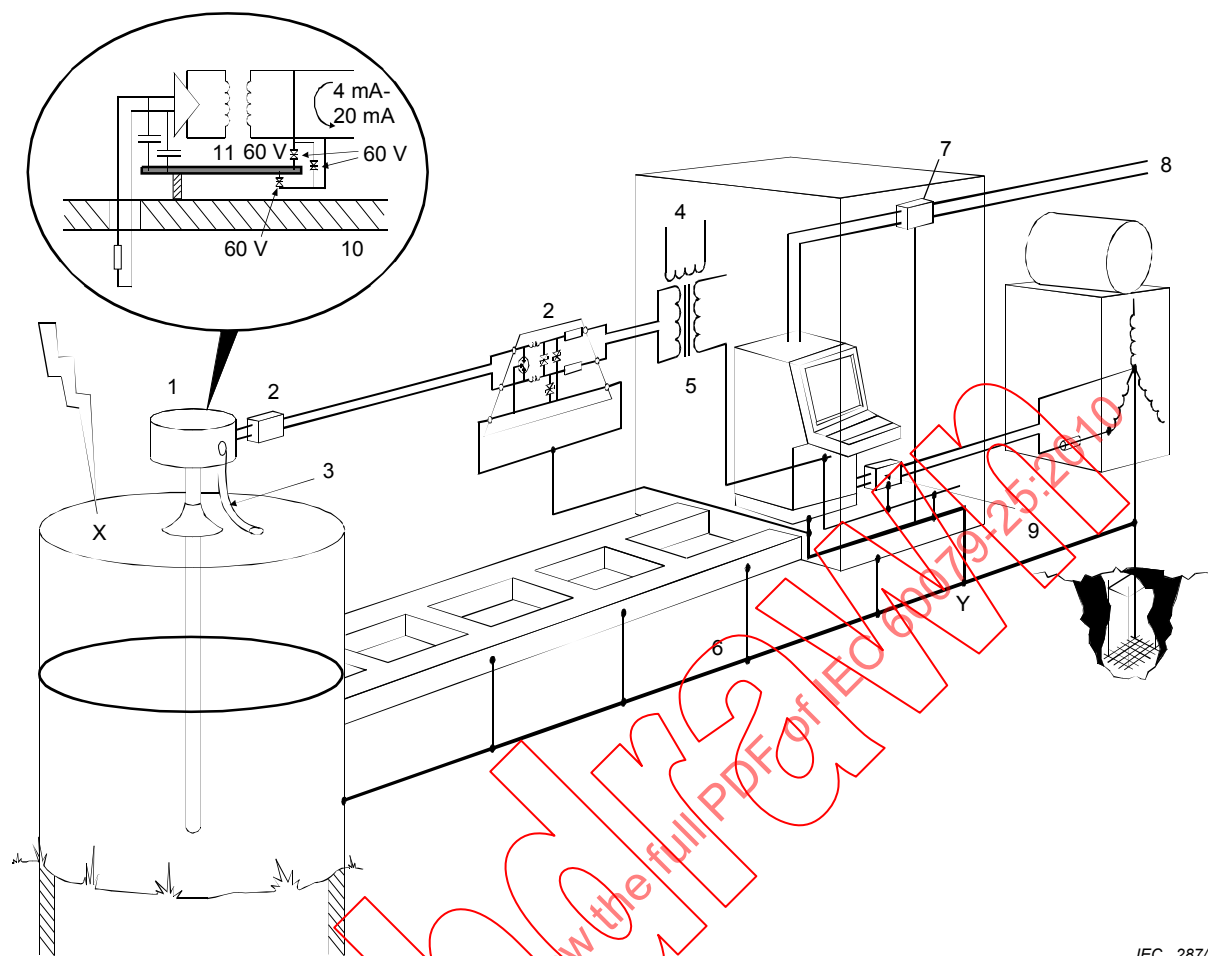
The descriptive system document should be modified to include the surge suppression networks fitted. Their effect in normal operation needs to be analysed taking into account their relevant characteristics, which may include small values of capacitance and inductance.

The indirect earthing in two places should be recorded and analysed and an argument of acceptability presented.

F.6 Further protection

Where lightning is recognized as a significant problem, consideration should be given to fitting surge suppression to the mains supply to the instrumentation system. Mains borne surges could damage the galvanic isolators from the power supply or signal connections. Some degree of immunity is implicit in the normal requirements of compliance with EMC standards but this is not adequate against most lightning induced surges.

Similarly, the other possible invasion route along network interconnections requires some degree of surge protection.



IEC 287/10

Key

- | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 converter | 5 galvanic isolator | 9 mains filter suppressor |
| 2 surge suppressor | 6 equipotential bond | 10 tank shell |
| 3 bonding strap | 7 signal suppressor | 11 instrument housing |
| 4 mains supply | 8 data link | |

Figure F.1 – Surge protection requirements of an instrument loop

Annex G

(normative)

Testing of cable electrical parameters

G.1 General

This annex describes the method of testing the electrical parameters of cables and multi-core cables specified for use within intrinsically safe systems.

G.2 Measurements

The inductance and capacitance of a cable shall be measured using equipment operating at a frequency of $1\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$ and an accuracy of $\pm 1\%$. The resistance of the cable shall be measured using d.c. equipment with an accuracy of $\pm 1\%$. Results taken from a representative sample of cable with a minimum length of 10 m are acceptable. Measurements shall be taken at an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTE The equipment for the measurement of inductance should be able to operate satisfactorily when measuring low inductance in the presence of significant resistance.

Where practicable, measurements of all the possible combinations of the cores which can result from open-circuiting and short-circuiting the separate ends of the cables shall be made. The maximum measured values of capacitance, inductance and the L/R ratio shall be used as the cable parameters. Where there are a large number of cores, measurements shall only be made utilizing a representative sample of the combination of cores which will create the largest values of inductance and capacitance.

The maximum capacitance of the cable shall be determined by open-circuiting the remote end of the cable and measuring the capacitance of the combinations of the wires and screens which give the maximum value. For example, if a twin-pair screened cable is being measured, then the highest value will probably be measured between one core connected to the screen and the other core. That this is the highest value of capacitance shall be confirmed by measuring the other combination of cores and screen.

The maximum inductance shall be measured by connecting together the remote ends of the two cores. The value to be used shall be that configuration that gives the highest measurement. The d.c. resistance of this path is the resistance used in calculating the L/R ratio of the cable.

Where the cable is loosely constructed, bending and twisting the cable a minimum of ten times shall not cause the cable parameters to vary by more than 2 %.

For the purpose of these measurements, the combination of faults which could connect separate conductors in series to effectively increase the length of cables shall not be considered. When measuring capacitance, any screens or unused cores shall be joined together and connected to one side of the circuit being measured.

G.3 Multi-core cables

G.3.1 General

Where the conductors utilized by a particular intrinsically safe circuit are readily identifiable within a multi-core, only the cable parameters related to those specific conductors shall be considered.

G.3.2 Type A multi-core cables

When all the conductors utilized in a circuit are within one screen, only the interconnections of the conductors within that screen and to that screen shall be considered. Where the conductors are within more than one screen, measurement shall be made utilizing all the relevant conductors within the relevant screens.

G.3.3 Type B multi-core cables

When the conductors utilized for a particular circuit can be clearly identified, measurement shall be made only on those conductors. Where a clear identification cannot be made, all the possible combinations of the conductors used in that particular intrinsically safe circuit shall be considered.

G.3.4 Type C multi-core cables

Measurement shall be made on all conductors and any screens associated with the intrinsically safe systems which can be interconnected by the two short-circuit faults which have to be considered.

Where relevant conductors are not clearly identifiable, the testing shall be extended to the possible combinations of the total number of conductors and screens associated with the three interconnected circuits.

Annex H (informative)

Use of simple apparatus in systems

H.1 General

The intrinsic safety apparatus standard (IEC 60079-11) distinguishes between a complex apparatus, which normally requires some form of certification and simple apparatus which is not required to be certified. The intention is to permit the use of apparatus, which does not significantly affect the intrinsic safety of a system without the need for third party certification. There is an implication that it is possible to demonstrate that simple apparatus is obviously safe without recourse to the detailed application of the remainder of the standard. For example, if any current or voltage limiting components are necessary then the apparatus is not considered to be simple. In practice, it is relatively easy to decide which components are simple apparatus at the system design stage. If the decision is not easy then the apparatus is not simple.

NOTE Although it is not considered essential that simple apparatus is certified by a third party, it is not unusual for simple apparatus which is used in significant quantities to be certified. In these circumstances the apparatus is marked as required by the apparatus standard, but can be used in the same way as other simple apparatus.

The apparatus standard imposes limits of 1,5 V, 100 mA and 25 mW on the electrical parameters generated within simple apparatus. It is accepted that simple apparatus can be added to an intrinsically safe system without the necessity to recalculate the safety of the system. The combined effect of all pieces of simple apparatus, any intrinsically safe apparatus and any intrinsically safe associated apparatus should be taken into consideration. For example the use of one or two thermocouples in a system is permitted but a combination of a large number used in a single average temperature circuit might not meet this criterion.

The standard also allows capacitive and inductive components to be used in simple apparatus provided that these components are included in the system evaluation. It is not usual to include inductors or capacitors of significant size, but the simple apparatus concept does permit the use of small radio-frequency decoupling components without undertaking a further analysis of the system. A useful 'rule of thumb' is to ensure that the total capacitance and inductance added to the system is less than 1 % of the respective output parameters of the source of power and then their effect can be ignored. If **both** the added capacitance and inductance together with any other lumped capacitance in the circuit are greater than 1% of the specified output parameters of the source of power then the permitted output parameters should be halved as explained in Annex A.

It is also necessary to temperature classify simple apparatus, when it is intended to be mounted in the hazardous area. The apparatus standard allows a T6 temperature classification for switches, plugs, sockets and terminals used within their normal rating at an ambient temperature of not greater than 40 °C. In practice, it is not easy to design a system that can be used with gases requiring a T6 (85 °C) temperature classification and a T4 (135 °C) classification is normally the level achieved. The only gas listed in the available documentation requiring a T6 temperature classification is carbon disulfide (CS₂). A T4 temperature classification is therefore normally adequate. The T4 temperature classification of simple apparatus (with a surface area not less than 20 mm²) normally relies on the input power being not greater than 1,3 W when the maximum ambient temperature required is 40 °C. The corresponding powers for higher ambient temperatures are 1,2 W at 60 °C and 1 W at 80 °C. If this rule is not applicable then the possible maximum surface temperature has to be measured or assessed. If, for any reason, it is not obvious that the maximum surface temperature is considerably lower than 135 °C (say 100 °C) then the apparatus is probably not simple.

Usually simple apparatus is isolated from earth and introduces no problem. The requirement is to satisfy a 500 V insulation test in accordance with the apparatus standard. Where this level of isolation is not present then the simple apparatus introduces an earth on to the system and the system design should take this into account.

H.2 Use of apparatus with ‘simple apparatus’ input description

The other common use for the simple apparatus clause is to permit the use of certified apparatus with output parameters equivalent to simple apparatus to be added to an existing intrinsically safe circuit with only a minor change in the documentation. The most frequent uses of this technique are for test equipment, indicators and trip amplifiers.

Where more than one piece of apparatus with simple apparatus output characteristics is included in a circuit then care should be taken to ensure that the permitted simple apparatus parameters are not exceeded. Advantage can sometimes be taken of the fact that the output voltage only appears under fault conditions and that it is permitted to apply the fault count to the system as a whole. For example, if more than one piece of simple apparatus is connected in the circuit then it can be argued that only one piece of apparatus is considered to fail at any one time, and hence only the most adverse set of output parameters needs to be considered. This type of argument is acceptable in “ib” systems but needs to be carefully documented. For such an argument to be valid for “ia” systems detailed knowledge of the derivation of the output parameters is required. This type of information is not usually readily available and hence the technique is not normally applicable to “ia” systems. If it is known that the apparatus terminals are purely resistive in normal operation (as is frequently the case) then any number of these devices can be incorporated in an “ic” system.

Annex I (normative)

FISCO systems

I.1 General

This annex contains the details of the design of systems for use with the Fieldbus Intrinsically Safe Concept (FISCO). It is based on the concepts of Manchester encoded, bus powered systems designed in accordance with IEC 61158-2 which is the physical layer standard for Fieldbus installations.

The requirements of FISCO systems are determined by this standard, except as modified by this annex.

NOTE 1 Some apparatus certified before this standard was published but not necessarily complying with the electrical parameters of this standard may be marked "Suitable for FISCO systems". This apparatus may be accepted in a FISCO system, if the comparison of the electrical parameters U_0 , I_0 , P_0 , with U_1 , I_1 , P_1 , demonstrate compatibility with the remainder of the system, conform to all the other requirements of this standard.

NOTE 2 A typical system is illustrated in Figure I.1

NOTE 3 Generally, "ic" FISCO systems are intended for use in Zone 2 locations. "ia" and "ib" FISCO systems are predominantly intended for use in Zone 1 locations. "ia" FISCO systems may enter Zone 0 locations if specifically permitted to do so by the documentation.

I.2 System requirements

I.2.1 General

A system is usually of the form illustrated in Figure I.1.

The cable used in the system shall comply with Clause 9 and shall have the following parameters:

- loop resistance R_C 15 Ω /km to 150 Ω /km;
- loop inductance L_C 0.4 mH/km to 1 mH/km;
- capacitance C_C 45 nF/km to 200 nF/km;
- maximum length of each spur cable 60 m in all equipment groups;
- maximum length of each trunk cable, including the length of all spurs, 1 km in IIC and 5 km in I, IIB and IIIC.

When cable, which complies with this annex, is used, no further consideration of cable parameters is necessary.

NOTE 1 Where multicore cables are used these should be type A or type B cables.

Where a system comprises

- one source of power,
- any number of field devices up to 32, and
- up to two terminators,

all complying with the requirements of this standard combined with a cable to the above specification, then that system shall be considered to be adequately safe.

All apparatus used in a FISCO system shall be of the same equipment group I, II or III appropriate for the systems intended use.

The system shall be allocated a level of protection (“ia”, “ib” or “ic”) determined by the least onerous level of protection of the apparatus used in the system. The safety documentation should record the allocated level of protection.

Sub-systems of the system may have different levels of protection where this is justified by the assessment and recorded in the documentation. For example, an “ia” spur may be created from an “ib” trunk by the insertion of a suitably certified interface.

The terminator(s) shall be situated at the end(s) of the trunk. The power supply shall be located not more than 60 m from one end of the trunk. Where the power supply is connected via a spur, then that spur is restricted to a length of 60 m.

NOTE 2 The number of field devices, which can be connected to a spur, is restricted by operational constraints and the requirement of this annex, which restricts the number of field devices in a system to a maximum of 32.

Connection facilities and/or switches may be added to a system without modifying the safety assessment. Other types of simple apparatus complying with IEC 60079-11 may be connected to a FISCO system provided that the total inductance and capacitance of each simple apparatus is not greater than 10 μ H and 5 nF respectively, and the total number of pieces of such simple apparatus plus field devices does not exceed 32.

The safety documentation may be simplified to a list of the equipment, together with relevant apparatus documentation used. The documentation should clearly identify the level of protection of each part of the system.

For Group II systems the equipment group of the power supply determines the equipment group of the system.

The temperature classification or maximum surface temperature, as appropriate, of each piece of apparatus shall be determined and recorded in the documentation. It is also necessary to confirm that the permitted ambient temperature rating of each piece of apparatus is suitable for its intended location.

1.3 Additional requirements of “ic” FISCO systems

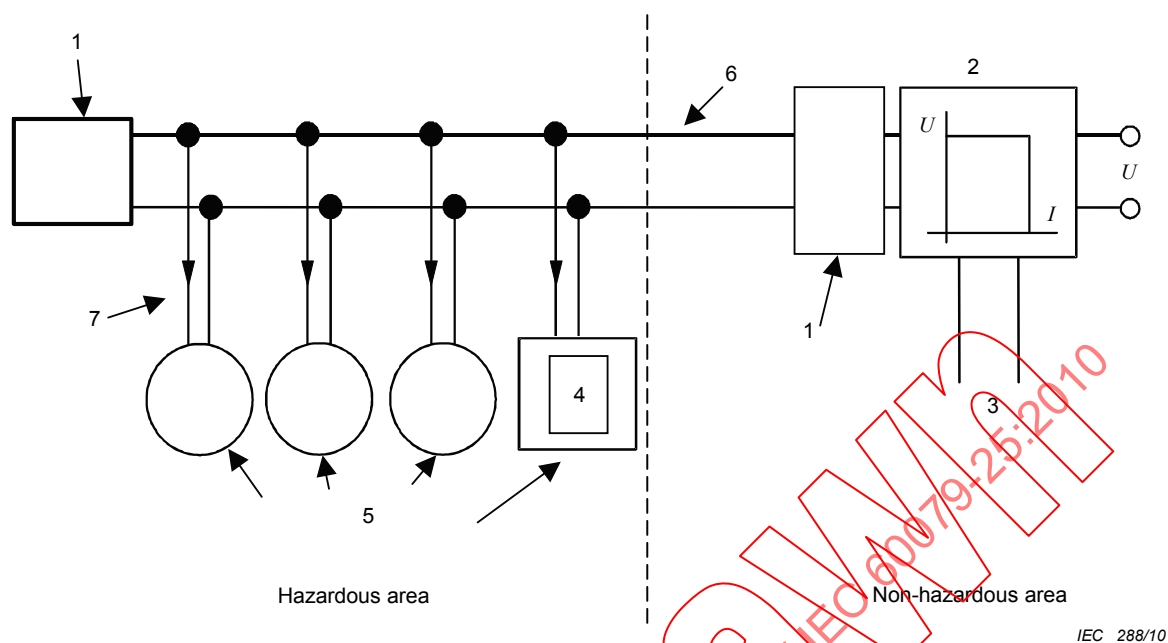
Apparatus designed and approved to the FNICO requirements of the first edition of IEC 60079-27¹ may be used in an “ic” FISCO system.

Field devices, terminators and other ancillaries complying with the requirements of intrinsic safety but not as FISCO apparatus may be used with a FISCO power supply in an “ic” FISCO system provided that they have input parameters of U_i not less than 17,5 V and internal parameters of L_i and C_i not greater than 20 μ H and 5 nF respectively.

Similarly, apparatus not approved as FISCO apparatus, but constructed in accordance with the requirements of IEC 60079-15 energy-limited (“nL”) apparatus and having input parameters of U_i not less than 17,5 V and internal parameters of L_i and C_i not greater than 20 μ H and 5 nF respectively, may be used in an “ic” FISCO system.

Where FNICO, intrinsically safe or energy-limited apparatus is used in an “ic” FISCO system, this should be indicated at the point of installation of that apparatus. A plant label marked “ic” FISCO system is an acceptable way of satisfying this requirement.

¹ IEC 60079-27:2005, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus non-incendive concept (FNICO)*



IEC 288/10

Key

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1 terminator | 5 field devices |
| 2 power supply | 6 trunk |
| 3 data | 7 spur |
| 4 hand held terminal | |

Figure I.1 – Typical system

Bibliography

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2010

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	78
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives	80
3 Termes, définitions et abréviations	81
3.1 Termes et définitions	81
3.2 Abréviations	82
4 Document descriptif du système	82
5 Groupement et classification	83
6 Mode de protection	83
6.1 Généralités	83
6.2 Niveau de protection «ia»	83
6.3 Niveau de protection «ib»	84
6.4 Niveau de protection «ic»	84
7 Température ambiante nominale	84
8 Câbles / câblage d'interconnexion utilisés dans un système électrique de sécurité intrinsèque	84
9 Exigences relatives aux câbles et câbles multiconducteurs	85
9.1 Généralités	85
9.2 Câbles multiconducteurs	85
9.3 Paramètres électriques des câbles	85
9.4 Ecrans conducteurs	85
9.5 Types de câbles multiconducteurs	86
9.5.1 Généralités	86
9.5.2 Câble de type A	86
9.5.3 Câble de type B	86
9.5.4 Câble de type C	86
10 Extrémité des circuits de sécurité intrinsèque	86
11 Mise à la terre et liaison des systèmes de sécurité intrinsèque	86
12 Protection contre la foudre et les autres surtensions électriques	87
13 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque	87
13.1 Généralités	87
13.2 Matériel simple	89
13.3 Analyse des circuits inductifs	90
13.4 Défauts des câbles multiconducteurs	90
13.4.1 Types des câbles multiconducteurs	90
13.4.2 Câble de type A	90
13.4.3 Câble de type B	90
13.4.4 Câble de type C	91
13.5 Vérifications et essais de type	91
14 Marquage	91
15 Systèmes prédéfinis	91
Annexe A (informative) Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque simple	92
Annexe B (normative) Evaluation des circuits comportant au moins deux sources de puissance	95

Annexe C (informative) Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque linéaires et non linéaires	99
Annexe D (normative) Vérification des paramètres inductifs.....	136
Annexe E (informative) Format possible des schémas descriptifs des systèmes et des schémas d'installation.....	138
Annexe F (informative) Protection d'un circuit de sécurité intrinsèque contre la surtension.....	141
Annexe G (normative) Essai des paramètres électriques de câbles	144
Annexe H (informative) Utilisation de matériel simples dans les systèmes	146
Annexe I (normative) Systèmes FISCO	148
Bibliographie.....	151
 Figure 1 – Analyse système	 89
Figure 2 – Système type utilisant un appareil simple.....	90
Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série.....	97
Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle.....	97
Figure B.3 – Sources de puissance volontairement non connectées	98
Figure C.1 – Caractéristique des circuits et sorties équivalents des circuits résistifs	100
Figure C.2 – Addition en courant et/ou tension pour interconnexions	102
Figure C.3 – Caractéristique de sortie et circuit équivalent d'une source avec caractéristique trapézoïdale.....	106
Figure C.4 – Exemple d'interconnexion.....	110
Figure C.5 – Caractéristiques de somme du circuit représenté à la Figure C.4.....	112
Figure C.6 – Addition en courant et/ou tension pour l'exemple de la Figure C.4	113
Figure C.7 – Diagramme de courbes de limites pour caractéristique de source universelle – Groupe IIC	124
Figure C.8 – Diagramme de courbes de limites pour caractéristique de source universelle – Groupe IIB	134
Figure C.9 – Modèle de copie pour diagrammes de sources universelles	135
Figure D.1 – Circuit inductif type.....	137
Figure E.1 – Schéma fonctionnel type du document descriptif du système SI.....	139
Figure E.2 – Schéma d'installation type d'un système SI.....	140
Figure F.1 – Exigences relatives à la protection contre la surtension d'un dispositif de mesure	143
Figure I.1 – Système type	150
 Tableau A.1 – Analyse de systèmes simples.....	 94
Tableau C.1 – Paramètres nécessaires à la description de la caractéristique de sortie	104
Tableau C.2 – Affectation des diagrammes aux groupes d'appareils et aux inductances	108

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux 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 à sécurité intrinsèque, du comité d'études 31 de la CEI: Equipements pour atmosphères explosives.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003, dont elle constitue une révision technique exhaustive.

Les changements importants par rapport à l'édition précédente sont énumérés ci-dessous:

- extension du domaine d'application du Groupe II aux Groupes I, II et III,
- introduction du niveau de protection «ic»,
- ajout d'exigences pour les câbles et les câbles multiconducteurs,
- référence à la CEI 60079-11 pour ce qui concerne les bornes des circuits de sécurité intrinsèque,

- exigences pour l'évaluation d'un système à sécurité étendues et clarifiées pour le niveau de protection «ic», les matériels simples et les défauts dans les câbles multiconducteurs,
- introduction de systèmes prédéfinis et regroupement des exigences pour les FISCO de la CEI 60079-27,
- ajout d'exigences pour les systèmes simples à sécurité intrinsèque contenant à la fois des inductances localisées et des capacités localisées,
- ajout d'une méthode d'essai pour les paramètres électriques des câbles,
- ajout d'informations pour l'utilisation des matériels simples dans les systèmes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31G/202/FDIS	31G/203/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série 60079, présentées sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 contient les exigences 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 qui exigent l'emploi de matériels du Groupe I, II ou III.

NOTE 1 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.

La présente norme complète et modifie les exigences générales de la CEI 60079-0 et de la norme de sécurité intrinsèque CEI 60079-11. En cas de contradiction entre une exigence de la présente norme et une exigence de la CEI 60079-0 ou de la CEI 60079-11, l'exigence de la présente norme prévaut.

La présente norme complète la CEI 60079-11 pour les exigences qui s'appliquent aux matériels électriques utilisés dans des systèmes électriques de sécurité intrinsèque.

Les exigences d'installation pour un système de Groupe II ou de Groupe III conçus en accord avec la présente norme sont spécifiés dans la CEI 60079-14.

NOTE 2 Les exigences d'installation du Groupe I ne figurent actuellement pas 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, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

CEI 60079-11:2006, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque «i»*

CEI 60079-14:2007, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

CEI 60079-15, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection «n»*

CEI 60079-27:2008, *Atmosphères explosives – Partie 27: Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO)*

IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

(disponible en anglais seulement)

CEI 61241-0, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 0: Exigences générales*

CEI 61241-11, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 11: Protection par sécurité intrinsèque «iD»*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

3.1.1

système électrique de sécurité intrinsèque

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

3.1.2

système électrique de sécurité intrinsèque certifié

système électrique de sécurité intrinsèque conforme à la définition donnée en 3.1.1 pour lequel un certificat a été délivré, confirmant que le système électrique est conforme à la CEI 60079-25

3.1.3

système électrique de sécurité intrinsèque non certifié

système électrique de sécurité intrinsèque conforme à la définition donnée en 3.1.1 pour lequel la connaissance des paramètres électriques des éléments constitutifs d'un matériel électrique de sécurité intrinsèque certifié, d'un matériel associé certifié ou d'un appareil 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

3.1.4

document descriptif du système

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

3.1.5

concepteur du système

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

3.1.6

capacité maximale du câble

C_c

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

3.1.7

inductance maximale du câble

L_c

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

3.1.8

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 invalider la sécurité intrinsèque

3.1.9

alimentation linéaire

source (de puissance) dont le courant de sortie disponible est déterminé par une résistance; la tension de sortie décroît linéairement lorsque le courant de sortie augmente

3.1.10

alimentation non linéaire

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

NOTE Par exemple, une alimentation avec une tension de sortie constante pouvant atteindre un courant limite constant régulé par des semi-conducteurs.

3.2 Abréviations

FISCO concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque¹
FNICO concept de réseau de terrain non incendiaire²

4 Document descriptif du système

Un document descriptif du système doit être établi pour tous les systèmes. Le document descriptif du système doit fournir une analyse pertinente de la sécurité atteinte par le système.

NOTE L'Annexe E comprend des exemples de diagrammes types qui illustrent les exigences du document descriptif du système.

Les exigences minimales sont les suivantes:

- diagramme fonctionnel du système répertoriant tous les matériels du système, y compris les matériels simples et le câblage d'interconnexion. Un exemple de ce type de diagramme est illustré à la Figure E.1;
- une indication de la subdivision du groupe (pour les Groupes II et III), le mode de protection pour chaque partie du système, le classement en température et la température ambiante nominale conformément aux Articles 5, 6 et 7;
- les exigences et les paramètres admissibles du câblage d'interconnexion conformément à l'Article 8;

¹ Fieldbus Intrinsically Safe Concept

² Fieldbus Non-Incendive Concept

- d) les détails des points de mise à la terre et de liaison des systèmes conformément à l'Article 11. Une analyse conforme à l'Article 12 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;
- f) lorsque le circuit de sécurité intrinsèque comporte plusieurs matériels de sécurité intrinsèque, l'analyse de la somme de leurs paramètres doit être prévue. Ceci doit inclure tous les matériels simples et tous les matériels de sécurité intrinsèque certifiés;
- g) une identification unique du document descriptif du système doit être créée;
- h) le concepteur du système doit signer et dater le document.

NOTE Le document descriptif du système n'est pas le document de contrôle référencé dans la CEI 60079-11.

5 Groupement et classification

Les systèmes électriques de sécurité intrinsèque doivent être placés dans le Groupe I, II ou III, tel que défini dans la CEI 60079-0. Les systèmes électriques de sécurité intrinsèque des Groupes II et III, en tout ou partie, doivent faire l'objet d'une autre subdivision du groupe le cas échéant.

Une classe de température ou une température de surface maximale conforme aux CEI 60079-0, CEI 60079-11, CEI 61241-0 et CEI 61241-11 selon le cas applicable, doit être assignée aux matériels constitutifs d'un système de sécurité intrinsèque des Groupes II et III, destiné à être utilisé dans des atmosphères explosives gazeuses ou poussiéreuses.

NOTE 1 Dans le cas des systèmes électriques de sécurité intrinsèque des Groupes II et III, 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 Mode de protection

6.1 Généralités

Chaque élément constitutif d'un système électrique de sécurité intrinsèque destiné à être utilisé dans une atmosphère explosive aura un niveau de protection "ia", "ib" ou "ic" conformément à la CEI 60079-11. Le système complet ne doit pas nécessairement avoir un seul niveau de protection.

NOTE 1 Par exemple, lorsqu'un instrument est principalement un instrument «ib» conçu pour la connexion d'un capteur «ia», tel qu'un instrument de mesure du pH avec sa sonde raccordée, la partie du système jusqu'à l'instrument est «ib» et le capteur et ses connexions sont «ia».

NOTE 2 Un système d'instrumentation «ia» alimenté par l'intermédiaire d'un matériel associé «ib», serait considéré comme un système «ib».

NOTE 3 Un système peut relever du niveau de protection «ib» en fonctionnement normal avec une source d'alimentation externe; en cas d'interruption de l'alimentation dans des conditions de sécurité définies (dysfonctionnement de l'aération), le système pourrait devenir «ia» avec une alimentation par batterie de secours. Le niveau de protection sera clairement défini pour les situations prévisibles.

L'Article 13 contient les informations détaillées concernant l'évaluation requise.

6.2 Niveau de protection «ia»

Lorsque les exigences applicables à un matériel électrique du niveau de protection «ia» (voir la CEI 60079-11) sont satisfaites grâce à un système de sécurité intrinsèque ou une partie

d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie doit alors être placé(e) dans le niveau de protection «ia».

6.3 Niveau de protection «ib»

Lorsque les exigences applicables à un matériel électrique du niveau de protection «ib» (voir la CEI 60079-11) sont satisfaites grâce à un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie doit alors être placé(e) dans le niveau de protection «ib».

6.4 Niveau de protection «ic»

Lorsque les exigences applicables à un matériel électrique du niveau de protection «ic» (voir la CEI 60079-11) sont satisfaites grâce à un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie doit alors être placé(e) dans le niveau de protection «ic».

7 Température ambiante nominale

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 $+40\text{ °C}$, cela doit être spécifié dans le document descriptif du système.

8 Câbles / câblage d'interconnexion utilisés dans un système électrique de sécurité intrinsèque

Les paramètres électriques du câblage d'interconnexion dont dépend la sécurité intrinsèque, ainsi que leur dérivation, doivent être spécifiés dans le document descriptif du système. Sinon, un type spécifique de câble doit être spécifié et la justification de son utilisation doit faire l'objet de la documentation prévue. Les câbles destinés au câblage d'interconnexion doivent satisfaire aux exigences pertinentes de l'Article 9.

Le cas échéant, le document descriptif du système doit également spécifier les types admissibles de câbles multiconducteurs, comme précisé dans l'Article 9, 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, le câble multiconducteur doit être conforme aux exigences d'un câble multiconducteur de type A ou B tel que spécifié dans l'Article 9 de la CEI 60079-25 », doit être incluse dans le schéma fonctionnel du document descriptif du système.

Un câble multiconducteur contenant des circuits classés comme niveau de protection «ia» «ib» ou «ic» ne doit pas contenir à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits de sécurité non intrinsèque.

Les câbles multiconducteurs «ic» peuvent contenir plusieurs circuits de sécurité intrinsèque «ia», «ib» ou «ic», soumis aux défauts applicables spécifiés à l'Article 13.

NOTE L'utilisation de câbles multiconducteurs non conformes au type A ou B est admise si la combinaison spécifique de circuits est examinée par rapport aux exigences spécifiées dans la CEI 60079-11.

Sous réserve qu'ils fonctionnent avec un câble multiconducteur de type A ou B spécifié en 9.5, les circuits de sécurité intrinsèque «ic» doivent fonctionner uniquement avec des circuits de sécurité intrinsèque «ia» et «ib».

9 Exigences relatives aux câbles et câbles multiconducteurs

9.1 Généralités

Le diamètre des conducteurs individuels ou des torons des conducteurs à torons multiples situés à l'emplacement dangereux ne doit pas être inférieur à 0,1 mm.

Seuls des câbles isolés capables de résister à un essai diélectrique d'au moins 500 V c.a. ou 750 V c.c doivent être utilisés dans les circuits de sécurité intrinsèque.

NOTE Le présent article n'a pas pour vocation de prévenir l'utilisation de conducteurs nus dans un système de signalisation. Il convient de considérer lesdits conducteurs comme des appareils simples et non comme des câblages d'interconnexion.

9.2 Câbles multiconducteurs

L'épaisseur radiale de l'isolation de chaque conducteur doit être adaptée au diamètre du conducteur et à la nature de l'isolation, avec une épaisseur minimale de 0,2 mm.

Les câbles multiconducteurs doivent être capables de résister à un essai diélectrique d'au moins:

- 500 V eff. c.a. ou 750 V c.c., appliqués entre toute armure et/ou tout/tous écran(s) reliés et tous les conducteurs reliés entre eux.
- 1 000 V eff. c.a. ou 1 500 V c.c., appliqués entre un faisceau comprenant une moitié des conducteurs reliés entre eux et un faisceau comprenant l'autre moitié desdits conducteurs. Cet essai n'est pas applicable aux câbles multiconducteurs avec écrans conducteurs pour circuits individuels.

L'essai de rigidité diélectrique doit être effectué conformément à une norme de câble appropriée ou à l'essai de rigidité diélectrique de la CEI 60079-11.

9.3 Paramètres électriques des câbles

Les paramètres électriques (C_c et L_c ou C_c et L_c/R_c) de tous les câbles utilisés dans un système de sécurité intrinsèque doivent être déterminés selon a), b) ou c):

- les paramètres électriques les plus contraignants fournis par le fabricant des câbles;
- les paramètres électriques déterminés par mesure d'un échantillon, à l'aide de la méthode d'essai des paramètres électriques des câbles donnée dans l'Annexe G;
- lorsque l'interconnexion comporte deux ou trois conducteurs d'un câble de construction classique (avec ou sans écran): 200 pF/m et soit 1 μ H/m, ou un rapport inductance / résistance (L_c/R_c) calculé en divisant 1 μ H par la résistance de boucle par mètre, spécifiée par le fabricant. Sinon, un rapport L/R de 30 μ H/ Ω peut être utilisé pour les courants jusqu'à $I_0 = 3$ A.

Lorsqu'un système FISCO ou FNICO est utilisé, les exigences relatives aux paramètres des câbles doivent satisfaire à l'Annexe I.

9.4 Ecrans conducteurs

Lorsque des écrans conducteurs assurent la protection de circuits de sécurité intrinsèque distincts de manière à prévenir toute liaison entre ces derniers, l'étendue de protection de ces écrans doit couvrir au moins 60 % de la surface concernée.

9.5 Types de câbles multiconducteurs

9.5.1 Généralités

Les câbles multiconducteurs doivent être classés en type A, B ou C en vue de l'application des défauts et de l'évaluation de la sécurité du câblage d'un système de sécurité intrinsèque. Les types de câbles sont spécifiés en 9.5.2, 9.5.3 et 9.5.4.

L'utilisation de câbles multiconducteurs non conformes aux exigences pour les types A, B ou C n'est pas permise.

9.5.2 Câble de type A

Câble dont la construction est conforme aux 9.1, 9.2, et 9.3 et qui possède des écrans conducteurs fournissant une protection individuelle à chaque circuit de sécurité intrinsèque conformément à 9.4.

9.5.3 Câble de type B

Câble dont la construction est conforme aux 9.1, 9.2 et 9.3, qui est fixé et protégé de manière effective contre tout endommagement et qui ne contient aucun circuit ayant une tension maximale U_0 supérieure à 60 V.

9.5.4 Câble de type C

Câble dont la construction est conforme aux 9.1, 9.2 et 9.3.

10 Extrémité des circuits de sécurité intrinsèque

Les systèmes de sécurité intrinsèque qui comportent des boîtes de connexion ou des armoires de répartition au point d'extrémité des circuits de sécurité intrinsèque, doivent être conformes aux exigences relatives aux bornes des dispositifs de raccordement des circuits externes de la CEI 60079-11.

11 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 uniquement en un point. Le niveau d'isolement requis (à l'exception du point cité) doit être conçu pour résister à un essai d'isolation de 500 V conformément aux exigences relatives aux essais de tenue diélectrique de la CEI 60079-11. Lorsque cette exigence n'est pas satisfaite, le circuit doit être considéré comme étant 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 du 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 des emplacements de zone 0 ou de zone 20, ou lorsque le niveau de protection très élevé du système lui permet de satisfaire aux exigences de l'EPL Ma.

Il convient que le document descriptif du système indique clairement le ou les points du système destinés à être reliés au potentiel de référence de l'installation, ainsi que les

exigences spéciales relatives à ce type de liaison. Cela peut être réalisé au moyen de l'ajout d'une référence à la CEI 60079-14 dans le document descriptif du système.

NOTE La CEI 60079-14 ne s'applique pas aux installations électriques dans les mines grisouteuses.

12 Protection contre la foudre et les autres surtensions électriques

Lorsqu'une analyse de 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 et 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 appareils 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 conformément à la CEI 60060-1 pour 10 fonctionnements). 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 l'appareil 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 Si l'essai d'isolation à une tension de 500 V est effectué dans des conditions parfaitement maîtrisées, il peut alors se révéler nécessaire de mettre hors tension les dispositifs de limitation de surtension afin d'éviter qu'ils n'invalident la mesure effectuée.

Les systèmes de sécurité intrinsèque utilisant des techniques de limitation de surtension doivent être 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.

13 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque

13.1 Généralités

Lorsqu'un système comprend un matériel qui séparément n'est pas conforme à la CEI 60079-11, ce système doit alors être analysé dans son ensemble, comme s'il s'agissait d'un matériel. Un système de niveau de protection «ia» doit être analysé conformément aux critères du niveau de protection «ia» de la CEI 60079-11. Un système de niveau de protection

«ib» doit être analysé conformément aux critères du niveau de protection «ib» de la CEI 60079-11. Un système de niveau de protection «ic» doit pour sa part être analysé conformément aux critères du niveau de protection «ic» de la CEI 60079-11. Outre les défauts propres au matériel, il doit également être tenu compte des défauts du câblage sur site énumérés en 13.4.

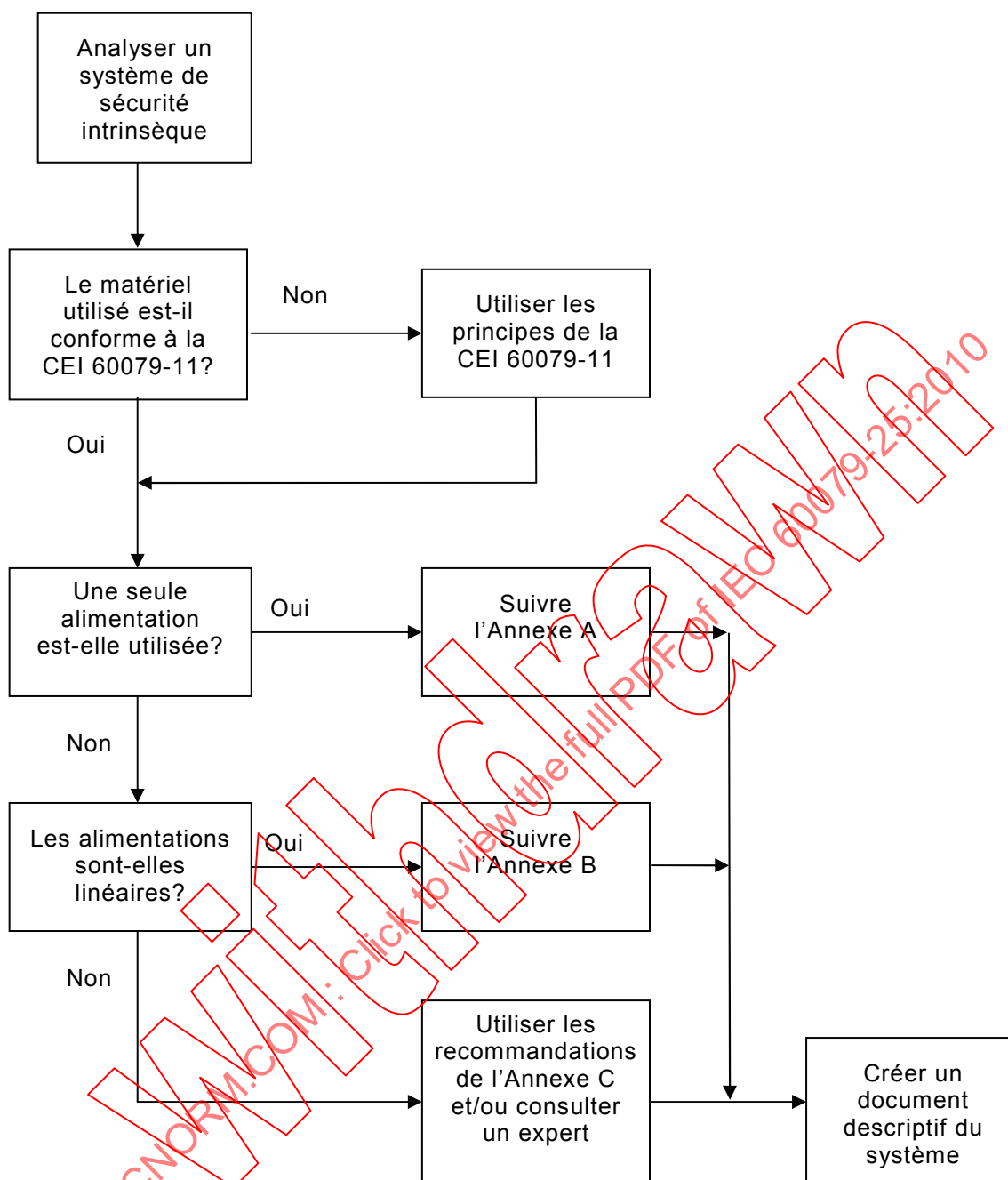
NOTE Il est admis qu'appliquer les défauts au système dans son ensemble est moins sévère que l'application de défauts à chaque matériel; cela est néanmoins considéré comme réalisant un niveau de sécurité acceptable.

Lorsque toutes les informations nécessaires sont disponibles, il est admis d'appliquer le décompte des défauts 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 usuelle des caractéristiques d'entrée et de sortie de l'appareil 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 cette source prennent alors en compte l'ouverture, le court-circuitage et la mise à la terre du câble d'interconnexion externe et il n'est donc par conséquent plus nécessaire de prendre en considération ces défauts. L'Annexe A comporte de plus amples détails de l'analyse de ces circuits simples.

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.

Si un système de sécurité intrinsèque comprend au moins deux sources de puissance et si 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.

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



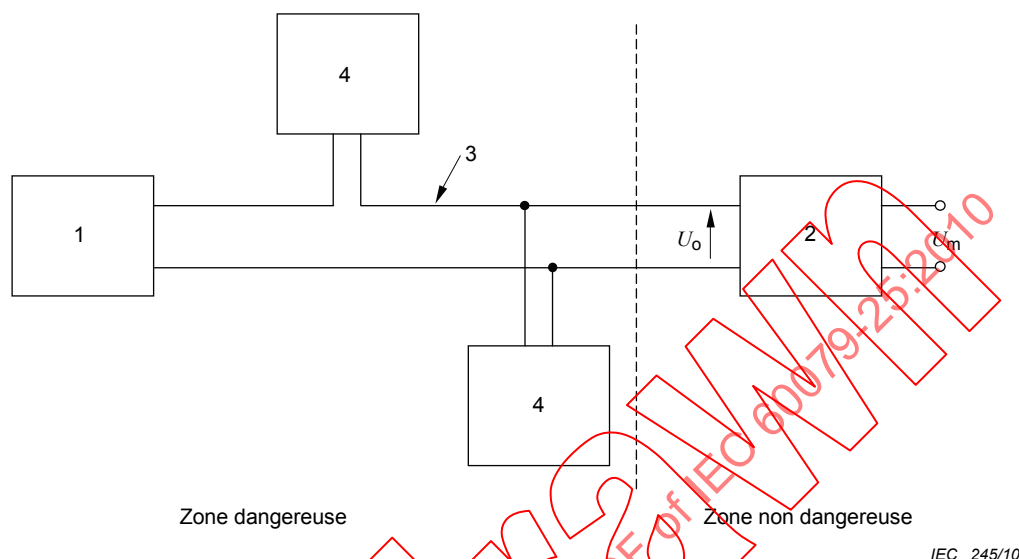
IEC 244/10

Figure 1 – Analyse système

13.2 Matériel simple

Des interrupteurs, bornes, boîtiers de connexion, contacts mâles et femelles conformes aux exigences de la CEI 60079-11 relatives aux matériels simples, peuvent être ajoutés à un système sans modifier l'évaluation de la sécurité. Les possibles effets d'échauffement sur un matériel simple doivent être considérés. Lorsque d'autres types d'appareils simples consistant en des composants de stockage d'énergie, par exemple des condensateurs et des selfs conformes à la CEI 60079-11 sont ajoutés à un système, l'évaluation de sécurité doit tenir compte de leurs paramètres électriques. Un système type utilisant un matériel simple est illustré à la Figure 2.

Lorsqu'il est prévu que des matériel simples comportent plusieurs circuits de sécurité intrinsèque séparés, par exemple connecteurs, contacts mâles et femelles ou un thermomètre à résistance comprenant deux enroulements de résistance séparés, les exigences de séparation décrites dans la CEI 60079-11 s'appliquent. S'ils ne sont pas conformes, les circuits interconnectés doivent être évalués comme un circuit de sécurité intrinsèque unique.



Légende

- 1 matériel de sécurité intrinsèque certifié
- 2 matériel associé certifié
- 3 câble
- 4 appareil simple

Figure 2 – Système type utilisant un appareil simple

13.3 Analyse des circuits inductifs

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

13.4 Défauts des câbles multiconducteurs

13.4.1 Types des câbles multiconducteurs

Les défauts éventuels dont il doit être tenu compte dans les câbles multiconducteurs utilisés dans des systèmes électriques de sécurité intrinsèque dépendent du type de câble utilisé. Les paragraphes suivants décrivent de manière détaillée les défauts de câble à évaluer pour chaque type de câble.

13.4.2 Câble de type A

Aucun défaut entre les circuits ne doit être pris en considération si le câble est conforme à 9.5.2.

13.4.3 Câble de type B

Aucun défaut entre les circuits ne doit être pris en considération si le câble est conforme à 9.5.3.

13.4.4 Câble de type C

Combinaison des défauts comportant deux courts-circuits entre les conducteurs et, simultanément, jusqu'à quatre circuits ouverts de conducteurs générant la condition la plus contraignante, si le câble satisfait au 9.5.4.

Tous les circuits d'un câble multiconducteurs endommagé doivent adopter le niveau de protection du circuit avec le niveau de protection le plus faible.

13.5 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 pertinente, les méthodes spécifiées dans la CEI 60079-11 doivent alors être utilisées.

14 Marquage

Tous les matériels constituant du système doivent être facilement identifiables. L'exigence minimale applicable veut que le document descriptif du système pertinent 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 document descriptif du système.

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

15 Systèmes prédéfinis

Un système et tous ses dispositifs individuels peuvent être prédéfinis et faire l'objet d'une évaluation préalable de manière à ce que l'interconnexion des dispositifs individuels et des câbles soit suffisamment bien identifiée. Dans de tels cas, les exigences d'évaluation de la présente norme peuvent être simplifiées. Le système FISCO constitue ce type de système prédéfini, dont l'évaluation est décrite à l'Annexe I.

Annexe A (informative)

Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque simple

La majorité des systèmes de sécurité intrinsèque sont des systèmes simples qui contiennent une source d'alimentation unique située dans un matériel associé relié à un seul matériel de sécurité intrinsèque monté sur site. La présente norme utilise la combinaison du convertisseur de température et de l'interface de sécurité intrinsèque présentée à l'Annexe E pour illustrer la méthode d'analyse.

L'exigence initiale applicable consiste à déterminer les données de sécurité des deux matériels installés sur le circuit. Ces données peuvent être obtenues à partir d'un exemplaire du certificat, des instructions ou du schéma de commande, qu'il convient que le concepteur du système ait à sa disposition. Il convient notamment que la conception du système tienne compte des conditions d'utilisation spécifiques éventuelles. Plus précisément, les informations transférées au schéma du système sont déterminées par la nécessité d'une justification claire de l'analyse de ce système, l'analyse devant par ailleurs être relativement simple pour pouvoir créer le schéma d'installation particulier à partir de ce schéma de référence.

La comparaison des données de chaque matériel permet d'établir la compatibilité des deux matériels. La séquence est généralement la suivante:

- a) comparer le regroupement des matériels. Si ces matériels présentent des différences, alors le système relève du niveau de protection la moins sensible. Par exemple, si un dispositif est IIC, l'autre IIB, le système devient IIB. Il est courant pour une source d'alimentation certifiée comme IIC de disposer de paramètres de sortie admissibles (L_o , C_o et L_o/R_o) également pour les groupes d'appareils IIB et IIA. Si ces valeurs supérieures sont utilisées, alors les paramètres utilisés déterminent le groupe de gaz du système;
- b) comparer les modes de protection. Si ces niveaux sont différents, le système suppose alors le niveau de protection le plus faible. Par exemple, si un dispositif est de niveau de protection «ia», l'autre dispositif étant de niveau de protection «ib», le système est alors du niveau de protection «ib». Une source d'alimentation qui est certifiée «ib» peut également avoir différents paramètres de sortie pouvant être utilisés dans les circuits «ic». Si la conception du système utilise ces valeurs supérieures, alors le système est du niveau de protection «ic»;
- c) déterminer le classement en température des matériels installés dans la zone dangereuse. Différents classements de température peuvent être associés aux matériels pour différentes conditions d'utilisation (qui dépendent habituellement de la température ambiante ou de T_i , U_i et P_i). Il convient par ailleurs de sélectionner et de consigner le classement approprié. De plus, il convient de noter que c'est le matériel, et non le système, qui est classé selon la température;
- d) il convient de consigner la plage de température ambiante admissible de chaque matériel;
- e) il convient de comparer les paramètres de sortie de tension (U_o), de courant (I_o) et de puissance (P_o) de la source de puissance aux paramètres d'entrée (U_i , I_i et P_i) du dispositif monté sur site; il convient par ailleurs que la valeur des paramètres de sortie ne soit pas supérieure à celle des paramètres d'entrée appropriés. Parfois, la sécurité du dispositif sur site est entièrement spécifiée uniquement par l'un de ces paramètres. Dans ces circonstances, les paramètres non spécifiés ne sont pas appropriés;
- f) déterminer les paramètres de câble admis.

La capacité de câble admise (C_c) est déduite par soustraction de la capacité d'entrée du dispositif sur site (C_i) de la capacité de sortie admise de la source de puissance (C_o), à savoir

$$C_c = C_o - C_i.$$

L'inductance de câble admise (L_c) est déduite par soustraction de l'inductance d'entrée du dispositif sur site (L_i) de l'inductance de sortie admise de la source de puissance (L_o),

$$L_c = L_o - L_i.$$

Le rapport L/R admis du câble (L_c/R_c) peut être déterminé facilement sous réserve que l'inductance d'entrée du dispositif sur site soit négligeable (L_i inférieure à 1 % de L_o). Le rapport L_c/R_c est alors pris comme étant égal à celui de la source de puissance L_o/R_o . Si l'inductance du dispositif sur site est importante, alors l'équation donnée à l'Annexe D peut être utilisée pour calculer le rapport L_c/R_c admis si cela est souhaité. Cette exigence n'est heureusement pas souvent spécifiée.

Lorsqu'un système contient à la fois des capacités et des inductances discrètes, l'interaction de ces dernières peut augmenter le risque d'étincelles d'allumage. Cette préoccupation se limite aux inductances et capacités fixes, et non aux paramètres distribués d'un câble. Par conséquent, dans les cas rares où **à la fois** l'inductance localisée (la somme de L_i de la source de puissance et des dispositifs sur site) et la capacité localisée (la somme de C_i de la source de puissance et des dispositifs sur site) sont supérieures à 1 % des paramètres de sortie respectifs de la source de puissance L_o et C_o , alors les paramètres de sortie admissibles doivent tous deux être divisés par deux. Cependant, la capacité externe maximale C_o calculée par application de cette règle simple, doit être limitée à une valeur maximale de 1 μ F pour le Groupe IIB et de 600 nF pour le Groupe IIC. Il convient de souligner que cette réduction des paramètres de sortie s'applique uniquement dans de très rares cas, dans la mesure où il est inhabituel que les dispositifs sur site aient **à la fois** des paramètres d'entrée d'inductance et de capacité qui soient significativement élevés. Il est fréquent que les paramètres L_i et C_i d'une source de puissance ne soient pas mentionnés dans la documentation applicable et dans ces circonstances, il peut être supposé que ces derniers sont négligeables. Il n'est en aucun cas proposé de considérer comme nécessaire de revenir en arrière et vérifier les documents de sécurité concernant les installations existantes pour satisfaire à cette toute dernière exigence. Il convient cependant que les nouvelles analyses tiennent compte de cette possibilité éventuelle.

En résumé, il faut vérifier que la capacité localisée ou l'inductance localisée est inférieure à 1 % des paramètres de sortie respectifs. Si tel est le cas, alors le calcul d'origine est valide. Si les **deux** paramètres sont supérieurs à 1 % des paramètres de sortie, alors il convient de réduire les paramètres C_o et L_o du système par un facteur de deux.

Lorsqu'une source de puissance est certifiée «ia» ou «ib», les paramètres de sortie admis L_o , C_o et L_o/R_o sont calculés à l'aide d'un coefficient de sécurité de 1,5 appliqué à U_o ou I_o respectivement. Lorsqu'une source de puissance de cette nature est utilisée dans un circuit «ic», les paramètres de sortie admis peuvent alors être calculés à l'aide d'un coefficient de sécurité égal à un. Ceci entraîne un changement important, qui rend généralement inutile toute étude détaillée des paramètres de câbles. Les méthodes et les tableaux définis dans la norme de matériel peuvent être utilisés pour déterminer des valeurs précises. Une technique prudente acceptable consiste à multiplier les paramètres de sortie par deux, ce qui élimine normalement toute préoccupation concernant les paramètres de câbles;

- g) vérifier que le niveau d'isolement à la terre est acceptable, ou que les exigences de mise à la terre du système sont satisfaites.

Si tous ces critères sont satisfaits, la compatibilité des deux matériels a été établie. Une méthode pratique d'enregistrement de l'analyse consiste à créer un tableau. L'exemple suivant (voir Tableau A.1) utilise les valeurs du schéma de système typique (voir la Figure E.1) et les compare à l'interface de sécurité intrinsèque et au convertisseur de température.

Tableau A.1 – Analyse de systèmes simples

Etape	Variable	Interface I.S.	Convertisseur de température	Système
a)	Groupe d'appareils	IIC	IIC	IIC
b)	Niveau de protection	ia	ia	ia
c)	Classement en température	non applicable	T4	
d)	Température ambiante	–20 °C à +60 °C	–40 °C à +80 °C	
e)	Comparaison des paramètres			
	Tension	U_o : 28 V	U_i : 30 V	✓
	Courant	I_o : 93 mA	I_i : 120 mA	✓
	Puissance	P_o : 650 mW	P_i : 1 W	✓
f)	Paramètres de câbles			
	Capacité	C_o : 83 nF	C_i : 3 nF	C_c : 80 nF
	Inductance	L_o : 4,2 mH	L_i : 10 µH	L_c : 4,2 mH
	Rapport L/R	L_o/R_o : 54 µH/Ω		L_c/R_c : 54 µH/Ω
g)	Mise à la terre	Isolée	Isolé	Isolé

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 et linéaire. Elle ne s'applique pas aux sources de puissance utilisant d'autres formes de limitation de courant.

La CEI 60079-14 comprend une procédure simplifiée pour déterminer les tensions et courants maximum du système dans les circuits de sécurité intrinsèque ayant plus d'un matériel associé avec les caractéristiques courant/tension linéaires, et donnant des résultats prudents 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 baie 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 usuelle. 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 donnant le courant de court-circuit permis correspondant à la tension et au groupe de matériel de la CEI 60079-11. Il est nécessaire de déterminer la valeur de I_o , ou éventuellement de L_o/R_o et C_o , pour chaque circuit, ainsi que la valeur la plus défavorable utilisée associée à son circuit équivalent approprié.

Pour les niveaux de protection «ia» et «ib», un coefficient de sécurité de 1,5 doit être utilisé pour déterminer ces valeurs dans tous les cas. Pour le mode de protection «ic», un coefficient de sécurité de 1,0 est suffisant.

NOTE Lorsque les deux tensions s'additionnent, le circuit combiné détermine la valeur capacitive. L'inductance et, le cas échéant, 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, lorsqu'il est utilisé, peut ne pas correspondre à l'inductance minimale.

La puissance adaptée disponible de chacun des circuits équivalents doit être déterminée. La puissance adaptée du circuit combiné est la somme de la puissance disponible de chaque circuit uniquement lorsque les sources 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 alors être pris en considération avec leurs tensions correspondantes U_1 , U_2 et

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

Chacun des trois circuits équivalents doit faire l'objet d'une évaluation de sécurité en utilisant le tableau donnant le courant de court-circuit permis correspondant à la tension et au groupe de matériel de la CEI 60079-11. Il est nécessaire de déterminer la valeur de L_o , ou éventuellement de L_o/R_o et C_o , pour chaque circuit, ainsi que la valeur la plus défavorable utilisée associée à son circuit équivalent approprié. La puissance adaptée disponible de chacun des trois circuits équivalents doit également être déterminée. 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 une zone dangereuse peut comporter une source de puissance faisant que le matériel possède des paramètres de sortie, 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 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 résistif et limité, la dissipation supplémentaire n'est alors pas considérée comme préjudiciable à la sécurité intrinsèque.

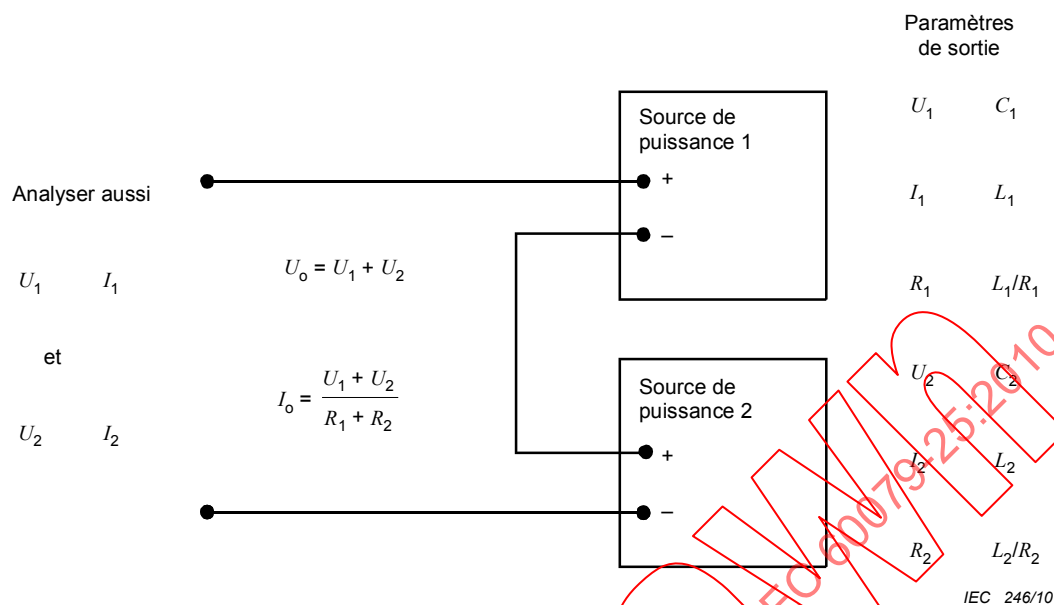


Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série

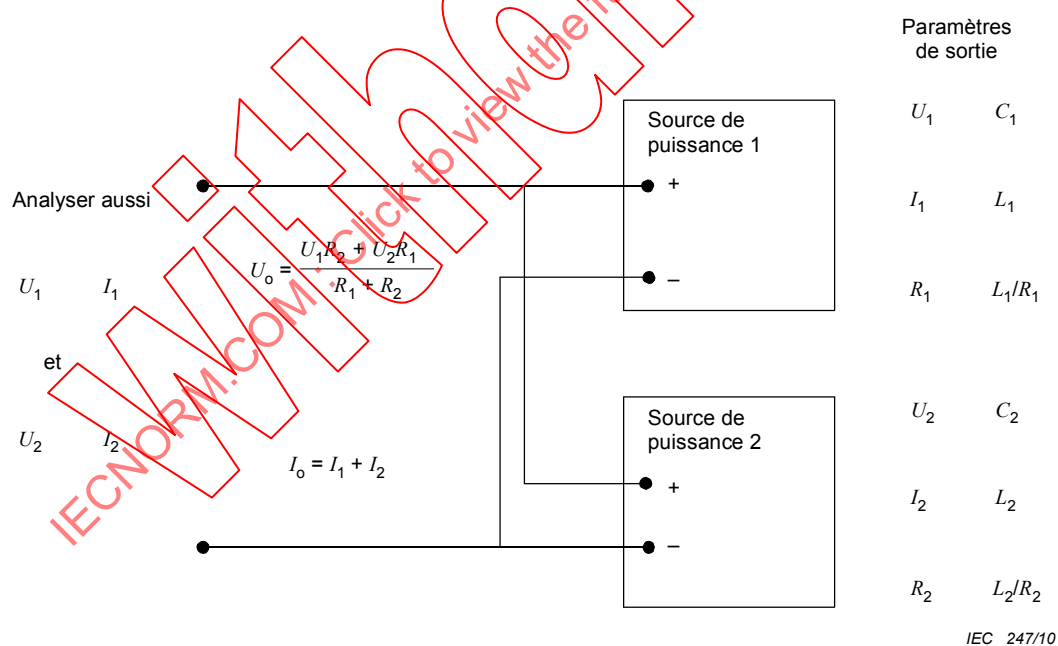
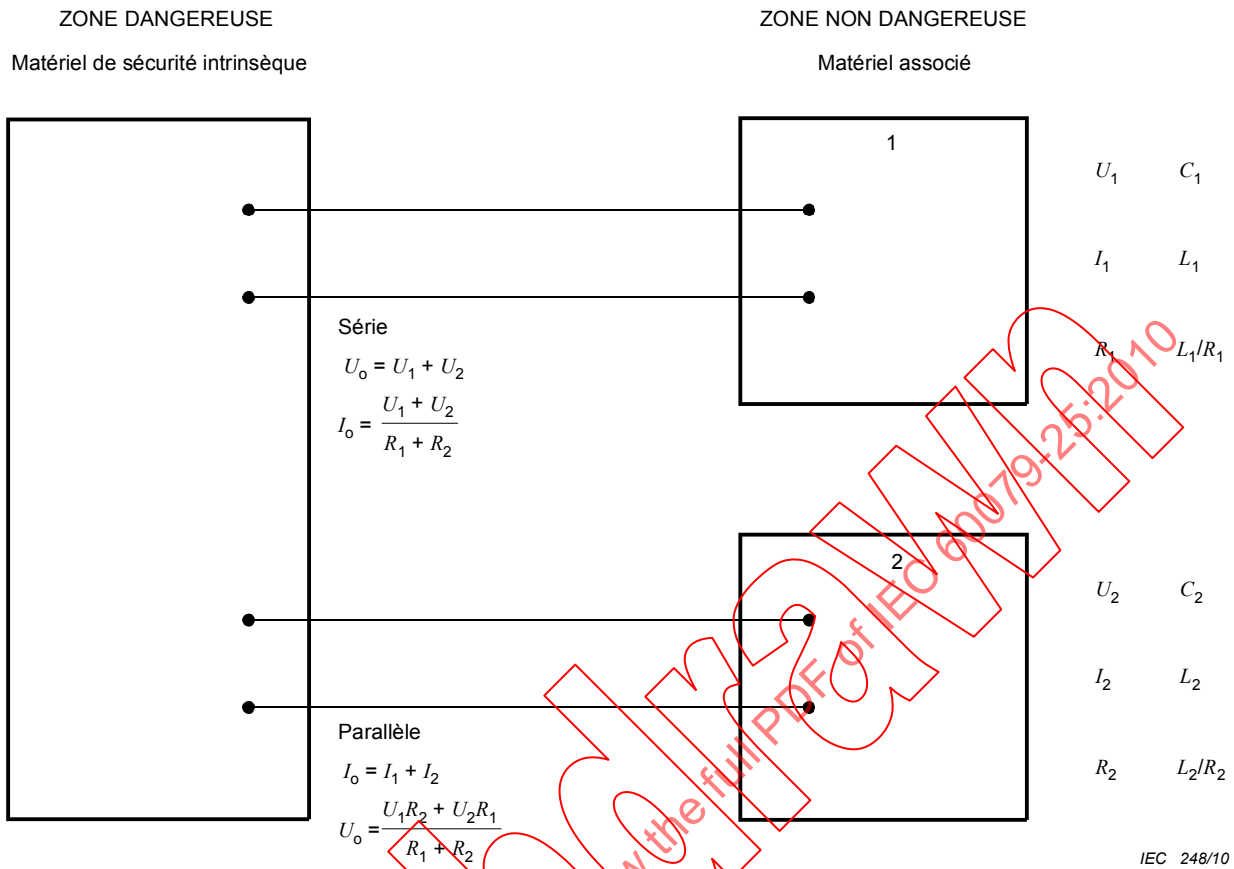


Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle



Légende

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

Figure B.3 – Sources de puissance volontairement non connectées

Annexe C (informative)

Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque linéaires et non linéaires

C.1 Généralités

Ce sujet fait l'objet d'une attention toute particulière depuis quelque temps. Il reflète les meilleures connaissances actuelles en la matière et son utilisation permettra d'élargir l'expérience pratique acquise.

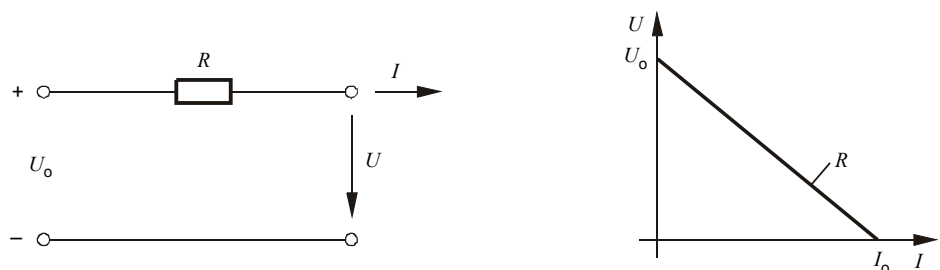
La conception et l'application de sources d'alimentation non linéaires requièrent des connaissances spécialisées et un accès aux installations d'essai appropriées. Lorsque le concepteur du système s'est assuré de la sécurité appropriée d'une source de puissance particulière, il est alors possible de concevoir un système conformément à la présente norme. Il convient d'indiquer clairement dans la documentation d'accompagnement, les conditions particulières relatives à un système de cette nature.

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 convient que ce facteur soit pris en compte. Il est recommandé de n'avoir qu'une seule source d'alimentation comprenant des semiconducteurs de régulation combinés à des sources linéaires et/ou trapézoïdales.

Les règles d'installation définies dans la CEI 60079-14 permettent à l'opérateur qui contrôle une zone dangereuse 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 la CEI 60079-14). Lorsque tel est le cas, il n'est pas nécessaire de recourir à un organisme de certification, un laboratoire d'essai 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.

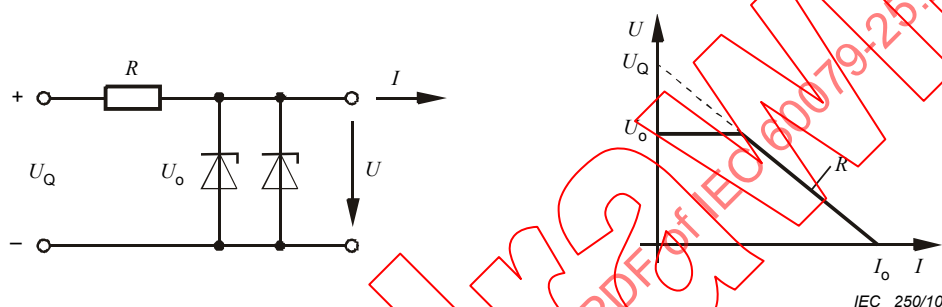
Il convient d'effectuer la vérification pratique fondée sur un essai en utilisant l'éclateur conforme à la CEI 60079-11, en prenant en considération le coefficient de sécurité du matériel électrique combiné. Dans ce cas, il convient de prendre en compte certaines conditions de défaut entraînant les conditions d'inflammation les plus défavorables, méthode du cas le plus défavorable. Ainsi, cette méthode de vérification rencontre souvent des difficultés pratiques et est généralement réservée aux organismes de certification ou 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, pour la vérification des circuits de sécurité intrinsèque possédant plusieurs matériels associés ayant une caractéristique courant/tension linéaire; ou les caractéristiques de la Figure C.7 et de la Figure C.8 de la présente norme peuvent être utilisées.



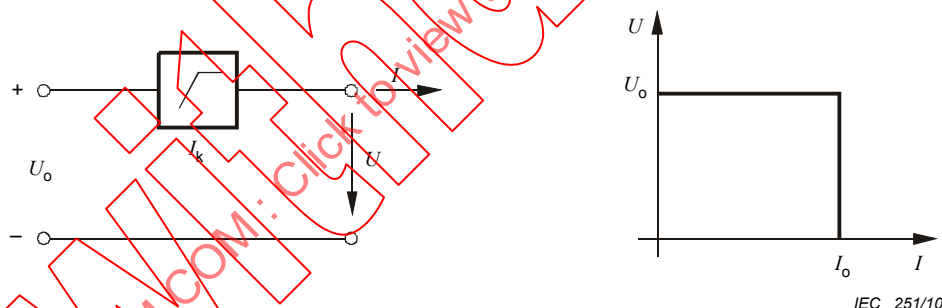
IEC 249/10

Figure C.1a – Caractéristiques linéaires



IEC 250/10

Figure C.1b – Caractéristiques trapézoïdales



IEC 251/10

Figure C.1c – 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. Si 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 de le matériel n'est pas clairement définie pour ce qui concerne 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 convient de 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.

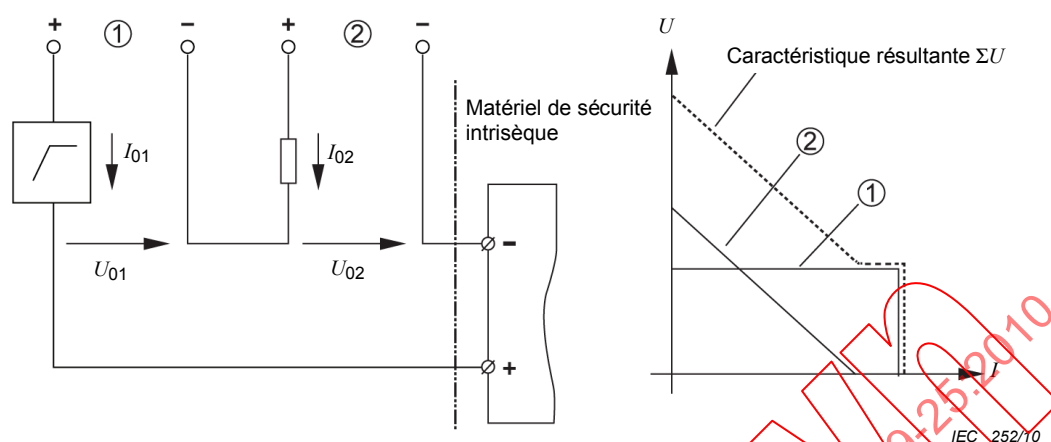


Figure C.2a – Connexion série avec addition en tension

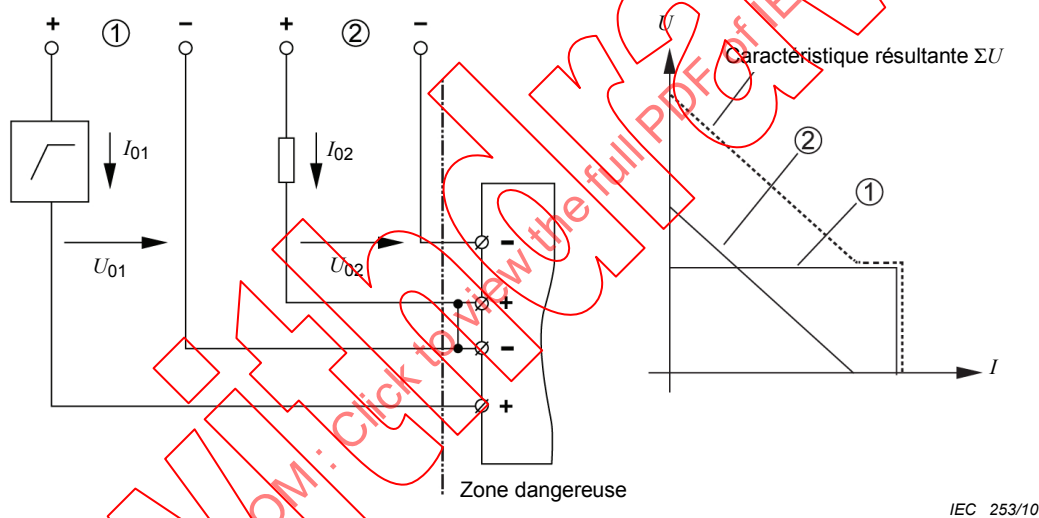


Figure C.2b – Connexion série avec addition en tension et addition éventuelle en courant

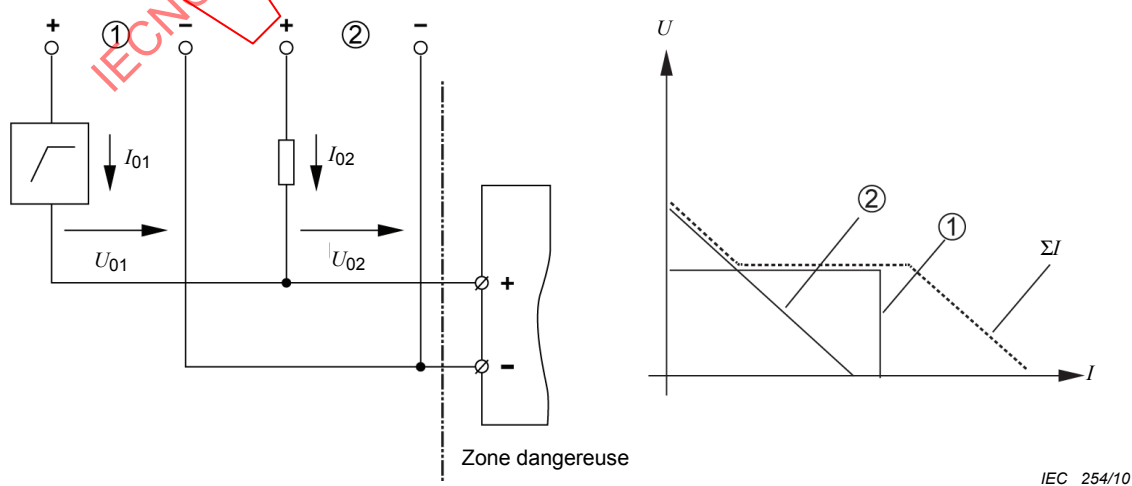


Figure C.2c – Connexion parallèle avec addition en courant

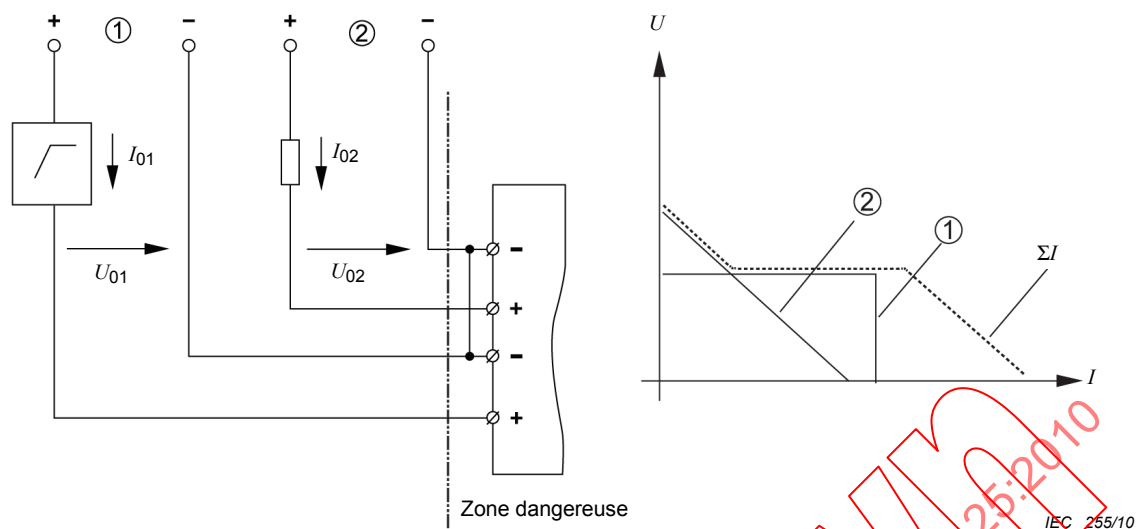


Figure C.2d – Connexion parallèle avec addition en courant et addition éventuelle en tension

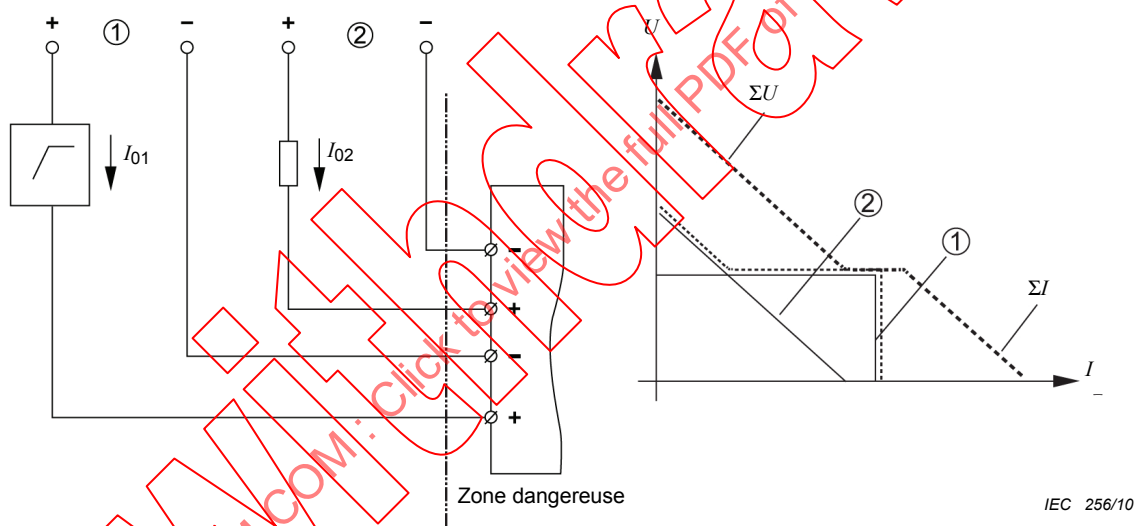


Figure C.2e – Connexion série ou parallèle avec addition en courant et en tension

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

Après détermination des nouvelles valeurs maximales de courant et de tension, il convient de vérifier la sécurité intrinsèque du circuit combiné 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 de déterminer également les nouvelles valeurs maximales admissibles de l'inductance L_o et de la capacité C_o externes. La procédure présentée dans la CEI 60079-14 pour la vérification des circuits de sécurité intrinsèque possédant plusieurs matériels associés ayant une caractéristique courant/tension linéaire, révèle toutefois une lacune à ce niveau, due aux éléments suivants:

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

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 décroît 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'au niveau de protection «ib», même si tous les matériels individuels satisfont au niveau de protection «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 pour ce qui concerne la sécurité.

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

Dans la pratique, les sources de forme trapézoïdale (voir Figure C.1b) sont utilisées, et les caractéristiques de sortie de forme rectangulaire (voir Figure C.1c) sont fréquentes si 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.

La procédure présentée ici est applicable à la zone 1 et aux groupes d'appareils IIC et IIB. Il convient de souligner le fait que cette procédure propose un outil d'évaluation de l'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 par des 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 devraient 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.

Lorsque l'on prend en considération la puissance de sortie des différents réseaux, il est évident qu'il convient d'appliquer différentes valeurs limites d'inflammation, dans la mesure où l'étincelle d'inflammation est également une charge. Il convient par ailleurs de prendre en compte la source qui l'alimente. La puissance maximale disponible de la source représentée à la Figure C.1a est la suivante:

$$P_{\max} = 0,25 U_o \times I_o$$

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

$$P_{\max} = 0,25 U_o \times I_o \quad (\text{pour } U_o > 0,5 \times U_Q), \text{ ou}$$

$$P_{\max} = U_o \times (U_Q - U_o)/R \quad (\text{pour } U_o > 0,5 \leq U_Q).$$

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:

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

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_o, I_o ou U_o, R
Trapézoïdale, Figure C.1b)	U_o, U_Q, R ou U_o, R, I_o ou U_o, U_Q, I_o
Rectangulaire, Figure C.1c)	U_o, I_o

C.2.2 Informations fournies dans les certificats, les instructions ou le schéma de commande

Il convient que la première étape de toute évaluation de la sécurité consiste à déterminer le type de caractéristique ainsi que les paramètres électriques associés des circuits individuels. Dans la mesure où 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, les instructions ou le schéma de commande.

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

Exemple (valeurs maximales):

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

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

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

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 cette 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 éventuels.

Type d'exemple potentiel:

Valeurs maximales (caractéristique trapézoïdale):

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

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

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

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

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:

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

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

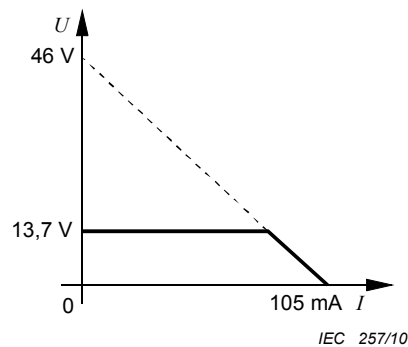


Figure C.3a – Caractéristiques de sortie

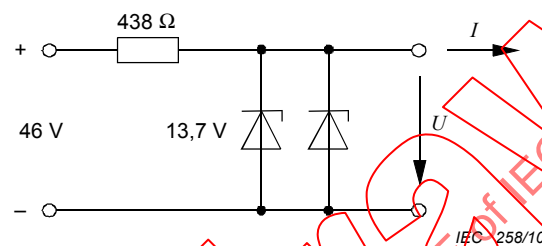


Figure C.3b – Circuit équivalent

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

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, il convient que les valeurs soient fournies par le constructeur du matériel.

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 convient par conséquent de faire 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_o et au courant de court-circuit I_o 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.

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 la combinaison devant être considérées comme des sources sont connues (voir Article 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 si la polarité des deux sources dans la direction indiquée dans le cas présent est fixe pour ce qui concerne la sécurité (par exemple pour certaines barrières de sécurité). Il convient d'envisager l'addition en tension et en courant (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, il convient d'envisager l'addition en tension et l'addition en courant (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 considérées, être déterminée, de sorte qu'il convient d'envisager tant l'addition en courant que l'addition en tension. Dans la mesure où les deux cas mentionnés ne peuvent se produire simultanément, il convient de déterminer séparément la caractéristique résultante relative à l'addition en courant et celle relative à l'addition en tension. 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 qu'avec des 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, 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.

Tableau C.2 – Affectation des diagrammes aux groupes d'appareils et aux inductances

Figure	Groupe	Inductance admissible (L_0)
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 (c'est-à-dire Figure C.7a) pour le Groupe IIC, et Figure C.8a) pour le Groupe IIB).

La caractéristique de sortie résultante est alors tracée dans le diagramme considéré. Si, conformément à C.3.1, les additions en courant et en tension sont prises en considération, il convient alors de tracer les deux caractéristiques résultantes.

Il est à présent possible de déterminer directement si la combinaison des sources avec l'inductance applicable au diagramme considéré et avec le groupe d'explosion sélectionné est intrinsèquement sûre. Il convient que la caractéristique de somme résultante ne coupe la courbe de limite(s) relative à la source rectangulaire en aucun point du diagramme. De plus, il convient que le point du diagramme défini par la tension maximale et le courant maximal de la caractéristique de somme se situe 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_0 , étant par ailleurs la plus grande valeur C_0 non coupée par la caractéristique de sortie résultante pour la limite linéaire et pour la limite rectangulaire. Lorsqu'une plus grande capacité admissible C_0 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. Si, 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.

Des capacités sensiblement plus élevées sont désormais admises dans la plage des tensions peu élevées. La différence peut être équivalente à un facteur de 3 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. Il peut se révéler avantageux, avec certaines des sources les plus complexes, d'élaborer une caractéristique linéaire ou rectangulaire enveloppante 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 est 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.

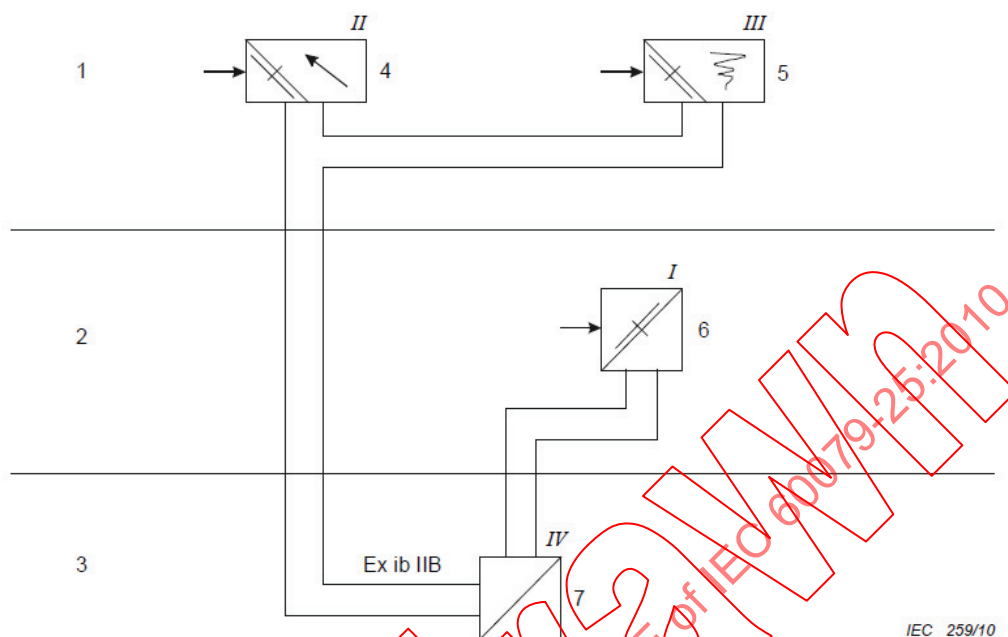
Cette procédure présente l'avantage de pouvoir recueillir toutes les informations relatives aux données de sécurité sur un seul diagramme. Il convient néanmoins d'effectuer une comparaison supplémentaire de la tension de circuit ouvert maximale et de la capacité maximale en accord avec la capacité correspondante permise pour la tension et le groupe de matériel considéré donnée dans le tableau de la CEI 60079-11, dans la mesure où, dans certains cas, la procédure décrite ici donne une capacité admissible plus élevée. Il convient alors de prendre les valeurs 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 qu'il convient de prendre en considération les inductances et les capacités de tous les dispositifs individuels, qui sont effectives au niveau des bornes de raccordement extérieures.

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 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 (IV) équipé d'un amplificateur situé à l'intérieur de la zone dangereuse et alimenté par une source (d'alimentation) de sécurité intrinsèque (I). Le signal de sortie de l'amplificateur de sécurité intrinsèque (signal de 0 à 20 mA) est dirigé vers un afficheur (écran) (II) et un traceur (III).



Addition 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 (zone dangereuse) | 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 | | |
| I | source (d'alimentation) de sécurité intrinsèque | II | afficheur (écran) |
| III | traceur | VI | analyseur |

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. Toutefois, pour l'analyse de la sécurité, les valeurs potentielles les plus élevées sont prises comme valeurs de base dans les certificats d'essai relatifs aux trois dispositifs en cas de défaut.

Les informations suivantes sont fournies.

I. Alimentation

Sortie avec niveau 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)

II. Afficheur

Entrée avec niveau 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 niveau de protection Ex ib IIC

Valeurs maximales

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

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

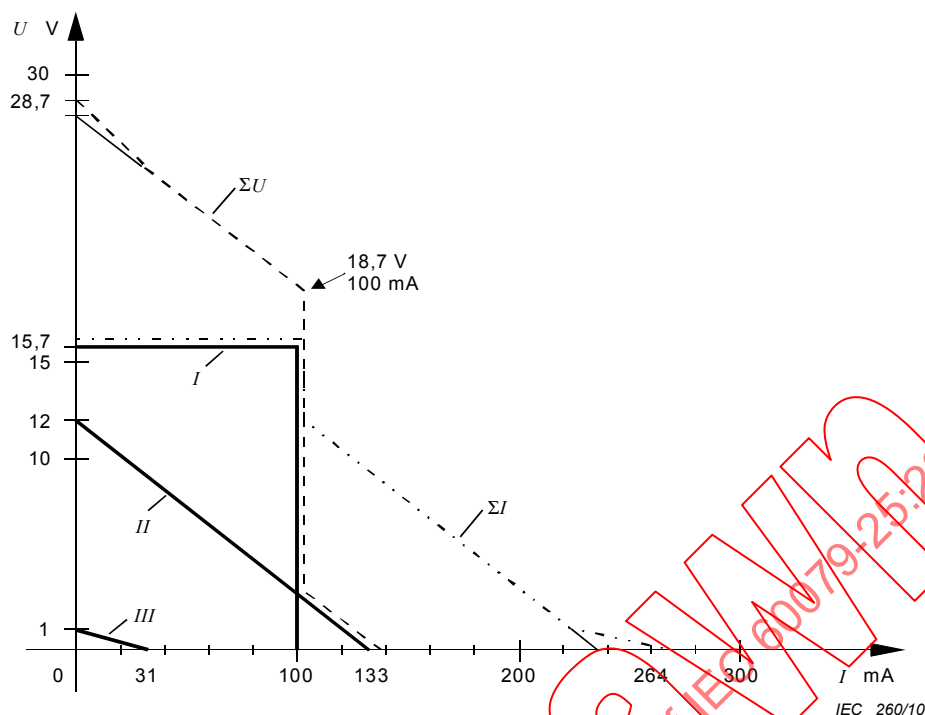
$$P_o = 10 \text{ mW}$$

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

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

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.



Légende

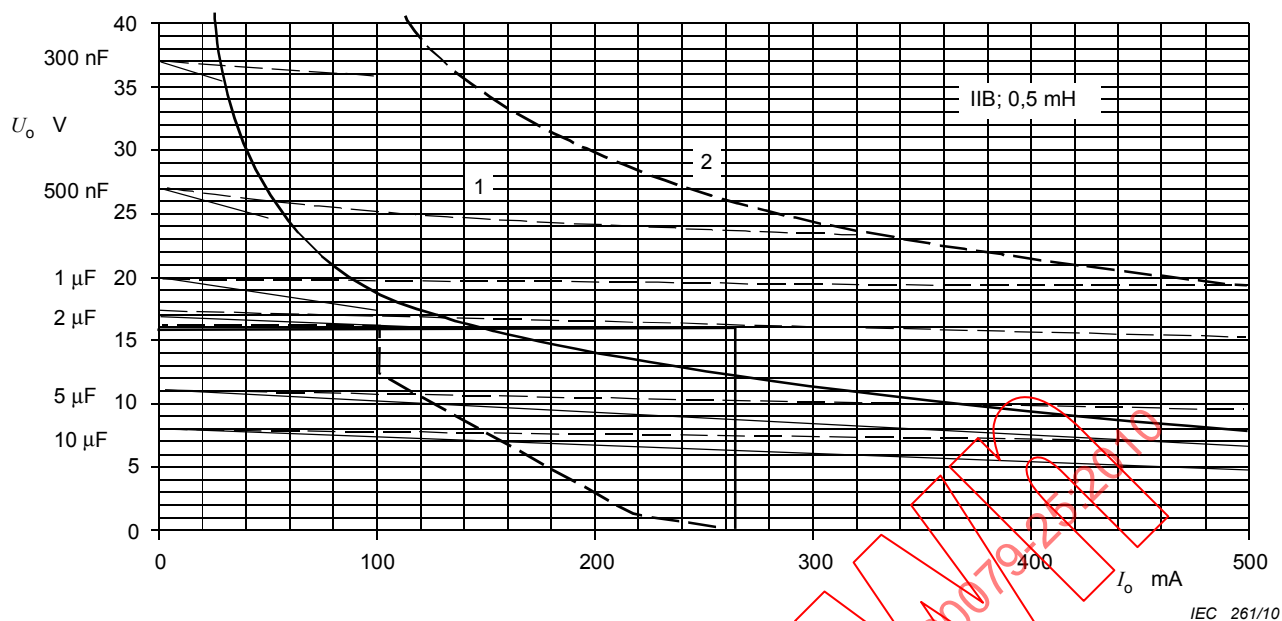
- I alimentation
- II afficheur
- III traceur

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

Afin de vérifier la sécurité intrinsèque, les deux caractéristiques de la somme 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, 1,9 W, est atteinte à ce point.

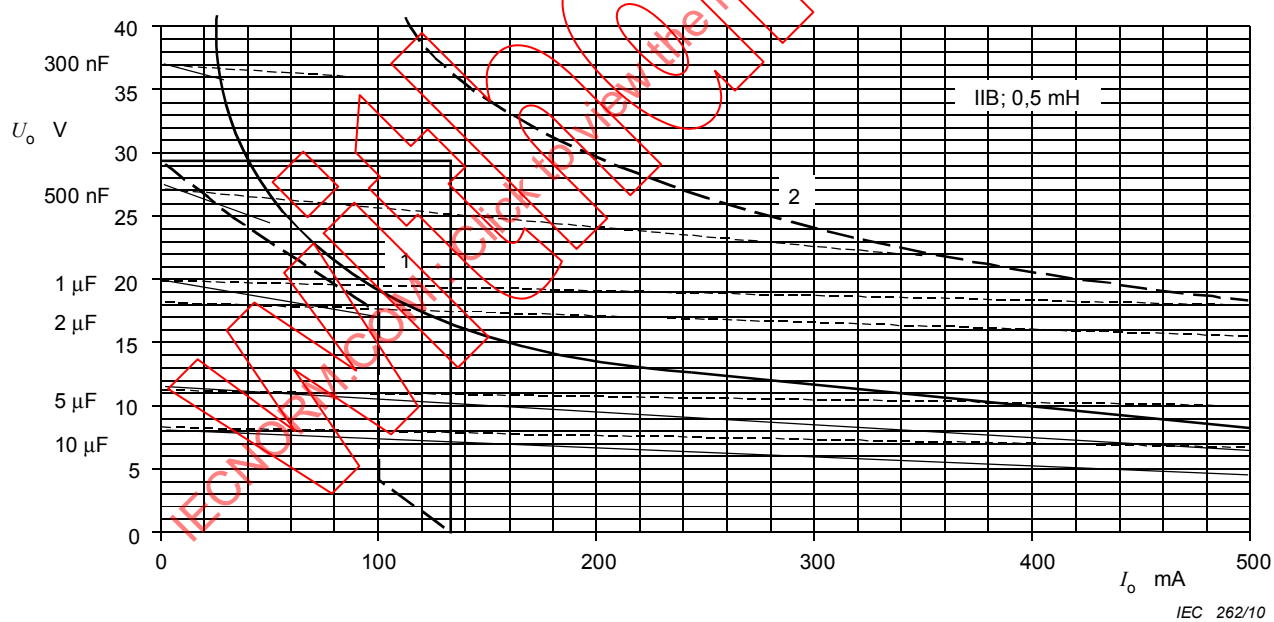
Dans la mesure où les deux caractéristiques résultantes de la combinaison ne coupent pas les courbes de limites inductives relatives aux sources linéaires et rectangulaires des Figures C.6a et C.6b, l'essai de sécurité s'est révélé positif. Pour la tension maximale (28,7 V) de la caractéristique résultante 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 la capacité correspondante permise pour la tension et le groupe de matériel considérés donnée dans le tableau de la CEI 60079-11 est vérifiée 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.



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

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 Synthèse

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.

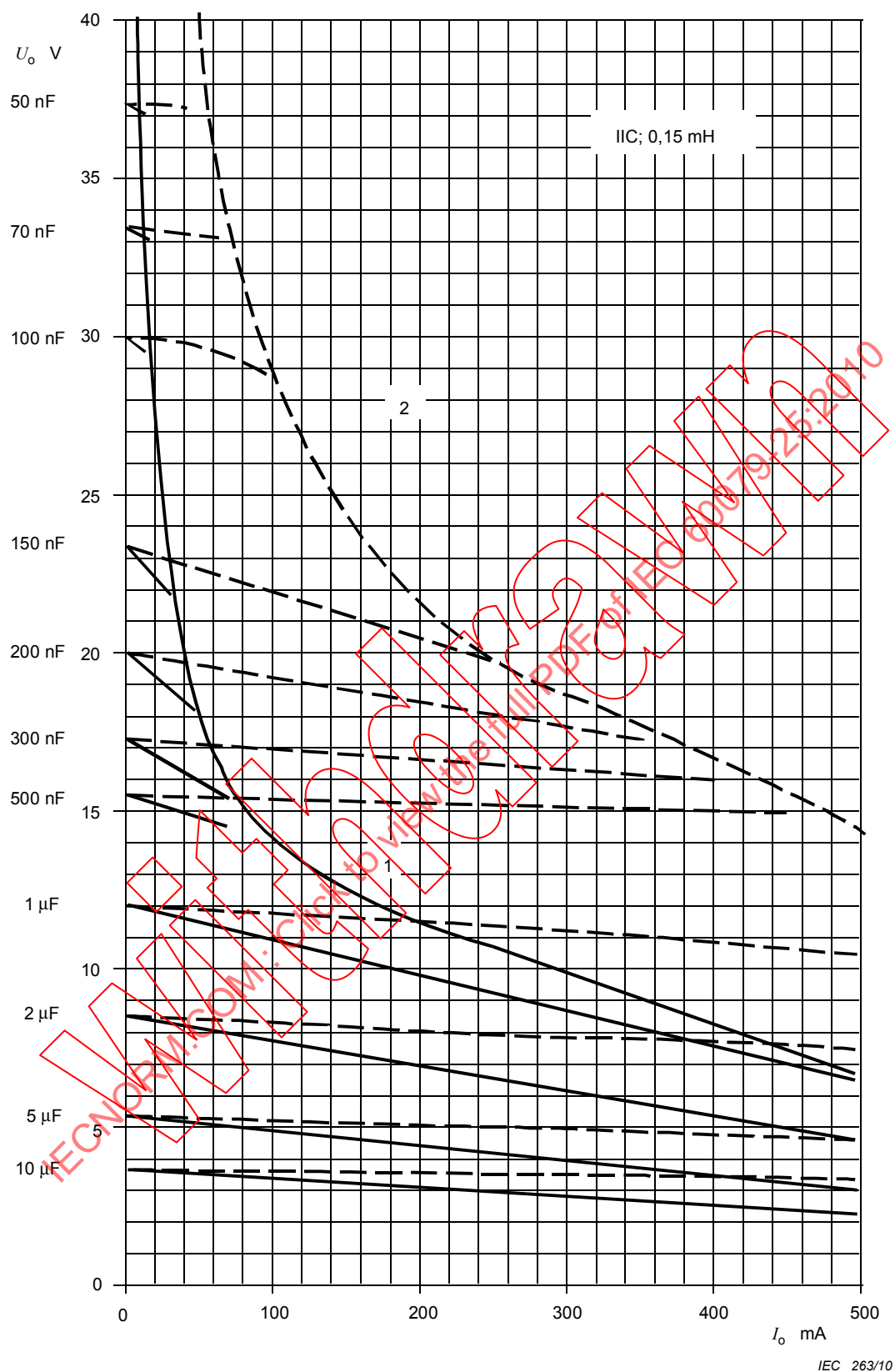
Les règles d'installation décrites dans la CEI 60079-14 permettent au concepteur, au constructeur ou à l'opérateur d'une installation électrique située dans une zone dangereuse de traiter des combinaisons de ce type sous sa propre responsabilité si une vérification par calcul ou par mesurage de la sécurité 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'appareil 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 une zone dangereuse 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 (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

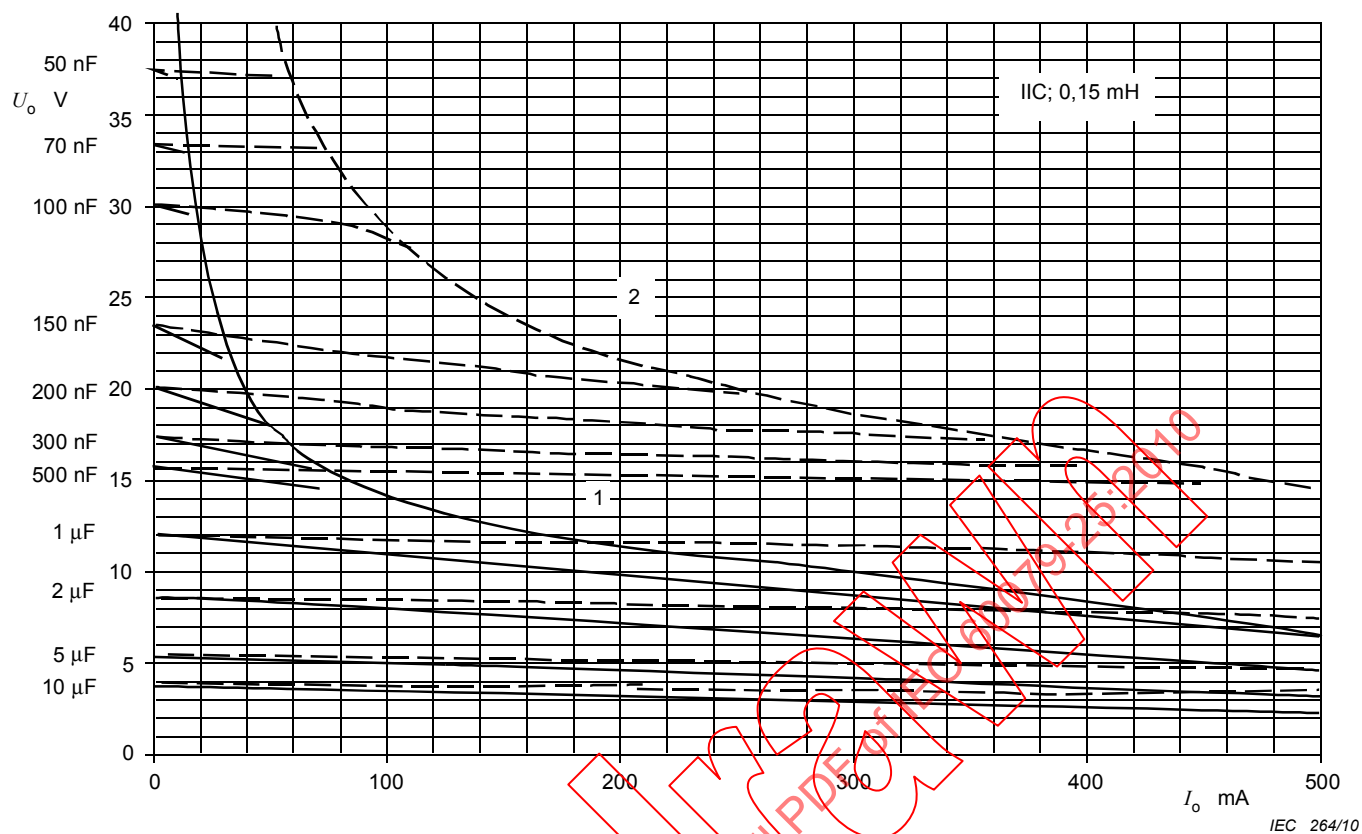
Le diagramme de la Figure C.9 est inclus de manière à pouvoir être utilisé comme copie sur un transparent. Les diagrammes auto-calculés relatifs à la somme de tension ou de courant peuvent alors être tracés et disposés sur les différents diagrammes de limites (diagrammes à échelle classique) pour évaluation. 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.



Légende

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

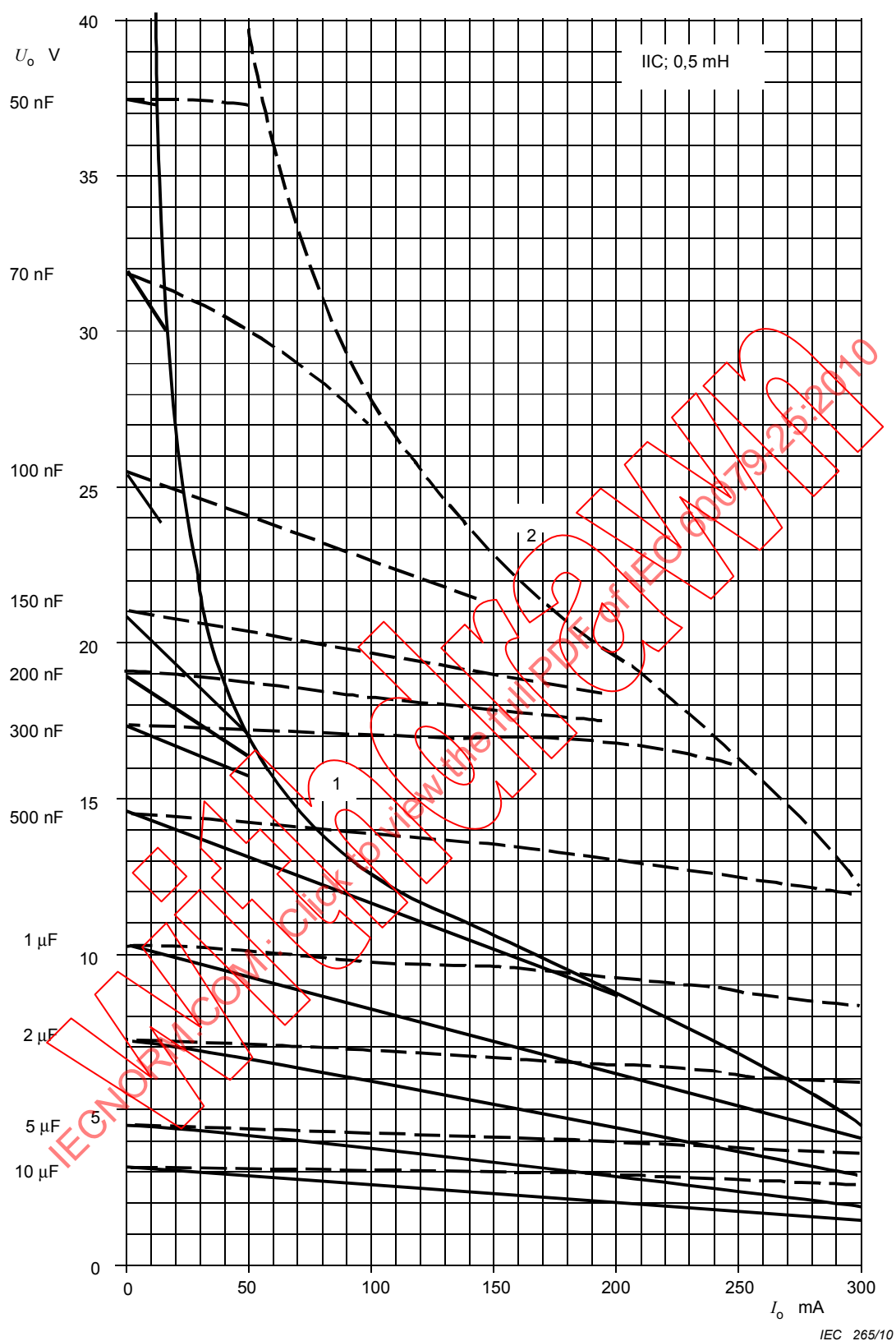
Figure C.7a – Diagramme pour 0,15 mH



Légende

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

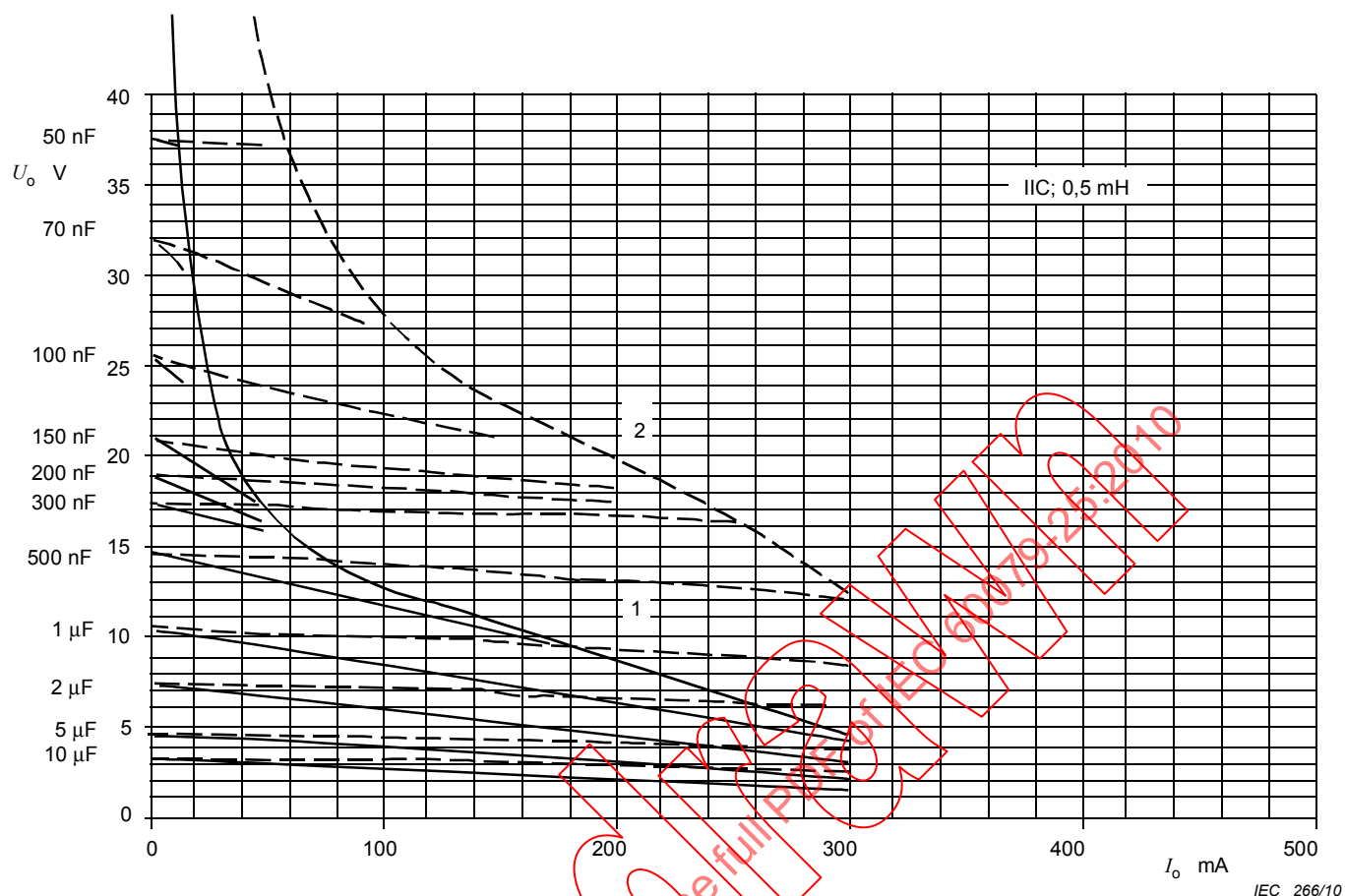
Figure C.7a – Diagramme pour 0,15 mH (suite)



Légende

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

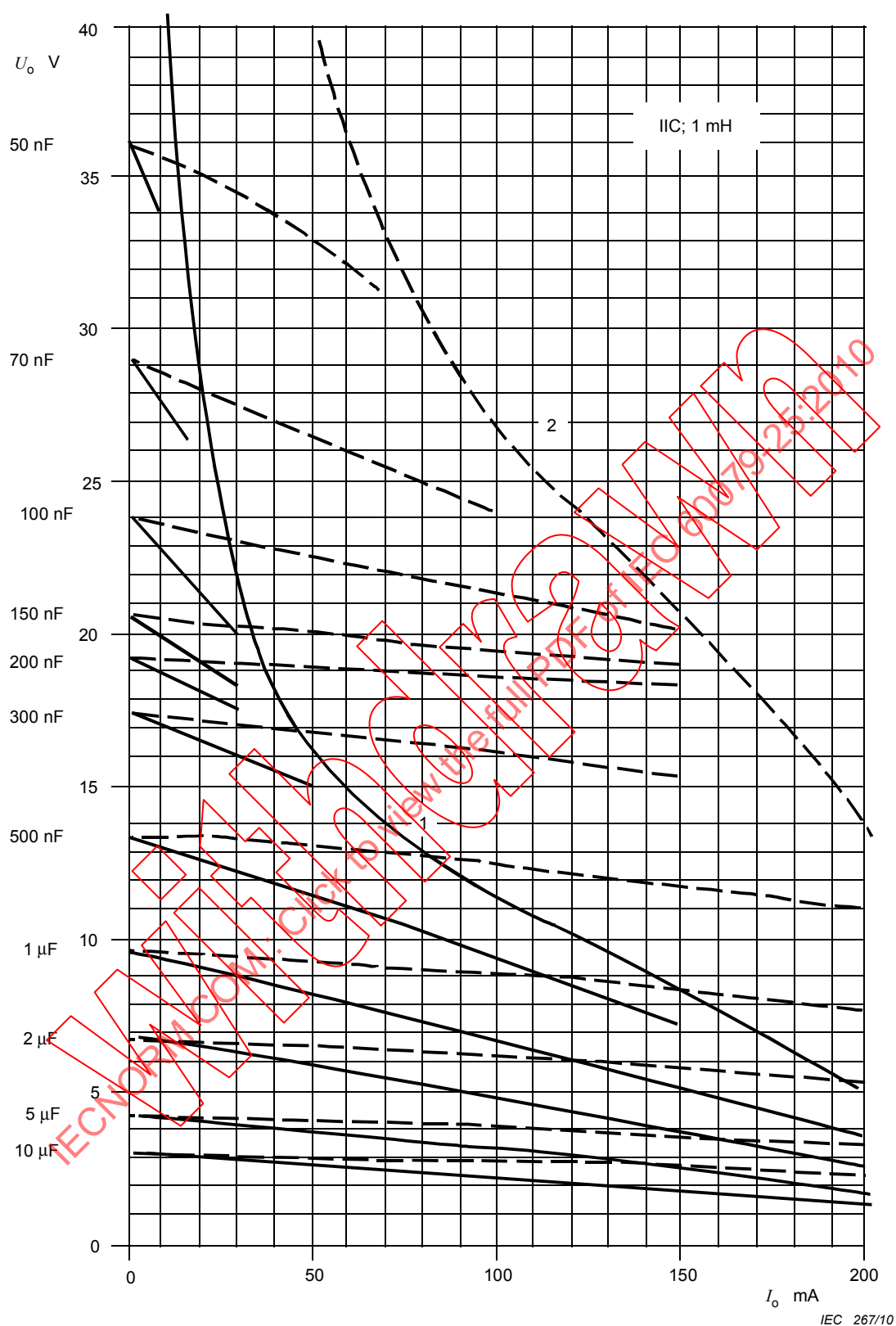
Figure C.7b – Diagramme pour 0,5 mH



Légende

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

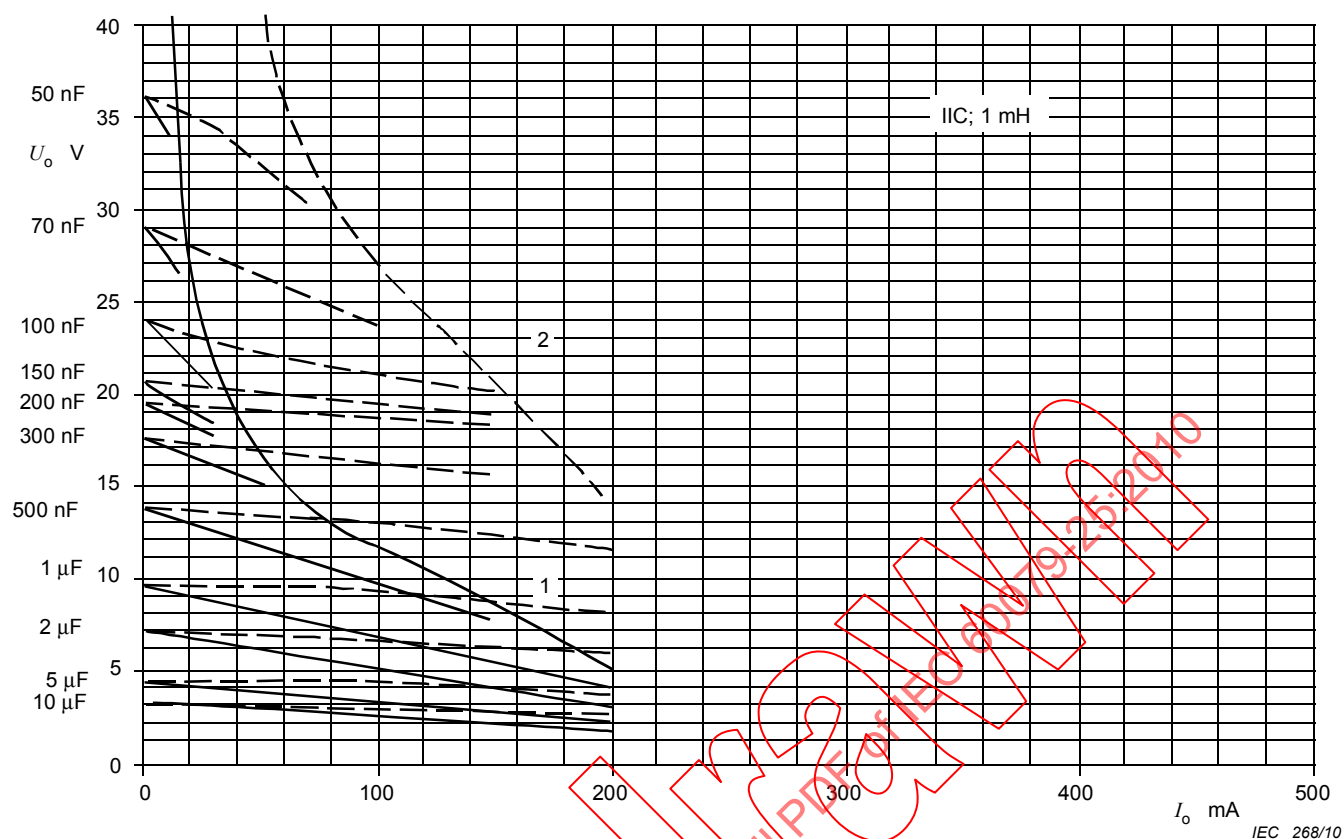
Figure C.7b – Diagramme pour 0,5 mH (suite)



Légende

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

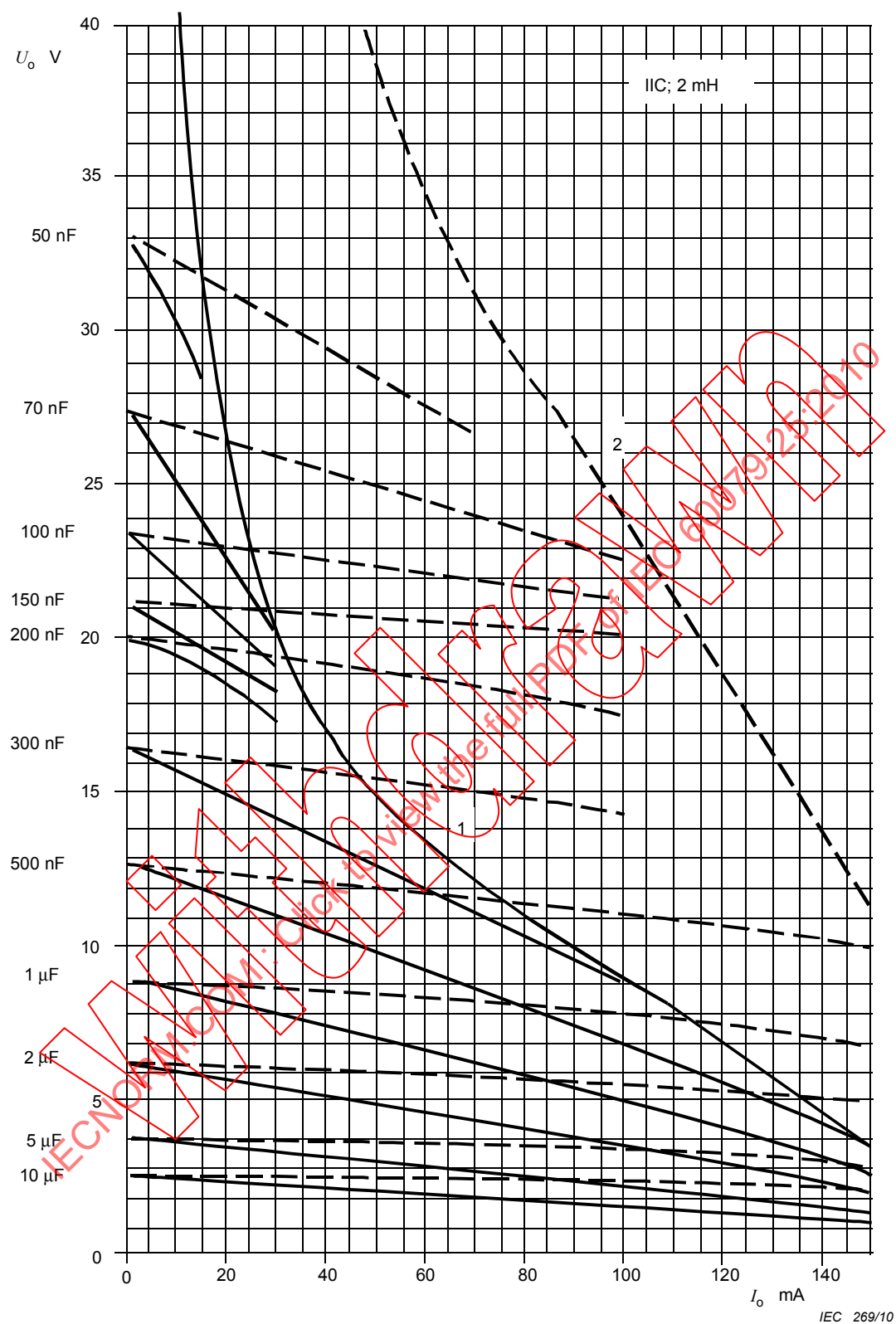
Figure C.7c – Diagramme pour 1 mH



Légende

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

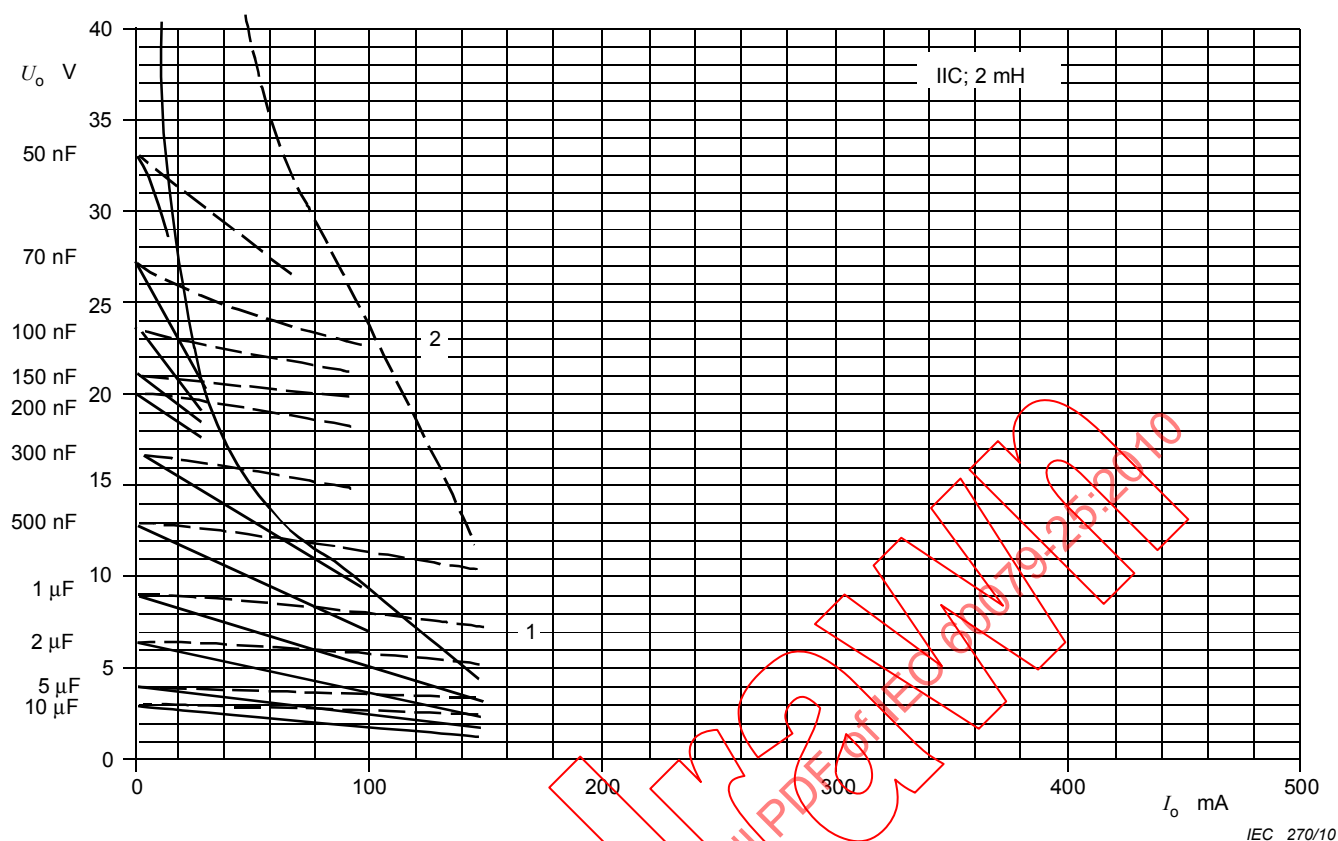
Figure C.7c – Diagramme pour 1 mH (suite)



Légende

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

Figure C.7d – Diagramme pour 2 mH



Légende

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

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