

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 60079-25:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

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

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-8322-8512-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Descriptive system document	11
5 Grouping and temperature classification.....	11
6 Levels of Protection.....	11
6.1 General.....	11
6.2 Level of Protection “ia”.....	12
6.3 Level of Protection “ib”.....	12
6.4 Level of Protection “ic”.....	12
7 Non-intrinsically safe circuits	12
8 Interconnecting wiring / cables used in an intrinsically safe system.....	12
8.1 General.....	12
8.2 Cables containing a single intrinsically safe circuit.....	12
8.3 Cables containing more than one intrinsically safe circuit.....	12
9 Requirements of single and multi-circuit cables	13
9.1 General.....	13
9.2 Dielectric strength.....	13
9.2.1 Cables containing a single intrinsically safe circuit.....	13
9.2.2 Cables containing more than one intrinsically safe circuit	13
9.3 Intrinsic safety parameters of cables.....	13
9.4 Conducting screens	14
9.5 Types of multi-circuit cables.....	14
9.5.1 General	14
9.5.2 Type A cable	14
9.5.3 Type B cable	14
9.5.4 Type C cable	14
10 Enclosures	14
11 Earthing and bonding of intrinsically safe systems	14
12 Assessment of an intrinsically safe system	15
12.1 General.....	15
12.2 Systems containing only apparatus certified to IEC 60079-11	15
12.3 Systems containing apparatus not separately evaluated to IEC 60079-11	15
12.4 Systems containing a single power source.....	15
12.5 Systems containing more than one power source.....	16
12.5.1 General	16
12.5.2 Systems containing linear and non-linear sources of power	16
12.6 Simple apparatus.....	18
12.7 Assessment of capacitance, inductance and cable L/R	18
12.7.1 General	18
12.7.2 Unspecified Parameters.....	18
12.7.3 Output Parameter adjustments for Level of Protection	18
12.7.4 Effect of combined lumped capacitance and inductance	18
12.7.5 Determination of L/R.....	18
12.8 Faults in multi-circuit cables.....	19

12.9 Type verifications and type tests	19
13 Predefined systems	19
Annex A (informative) Assessment of a simple intrinsically safe system	20
Annex B (informative) Assessment of circuits with more than one power source	22
Annex C (informative) Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits	25
C.1 General	25
C.2 Assessment of the output characteristics of the power sources	25
C.3 Assessment of interconnection possibilities and resultant output characteristics	28
C.4 Determination of intrinsic safety and the use of graphs	31
C.5 Verification against IEC 60079-11	33
C.6 Illustration of the procedure	33
C.7 Limit curves for universal source characteristic	37
Annex D (informative) Verification of inductive parameters	48
Annex E (informative) Example format for a descriptive system document	50
Annex F (informative) Use of simple apparatus in systems	52
F.1 General	52
F.2 Use of apparatus with 'simple apparatus'	53
Annex G (normative) FISCO systems	54
G.1 General	54
G.2 System requirements	54
G.2.1 General	54
G.3 Additional requirements of "ic" FISCO systems	55
Bibliography	57
Figure 1 – Systems analysis	17
Figure B.1 – Power sources connected in series	23
Figure B.2 – Power sources connected in parallel	24
Figure B.3 – Power sources not deliberately connected	24
Figure C.1 – Equivalent circuit and output characteristic of resistive circuits	26
Figure C.2 – Output characteristic and equivalent circuit of a source with trapezoidal characteristic	28
Figure C.3 – Current and/or voltage addition for interconnections	31
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	42
Figure C.8 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIB	47
Figure D.1 – Typical inductive circuit	49
Figure E.1 – Typical block diagram for IS system descriptive system document	51
Figure G.1 – Typical system	56
Table A.1 – Simple system analysis	21
Table C.1 – Parameters necessary to describe the output characteristic	26
Table C.2 – Assignment of diagrams to equipment Groups and inductances	32

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 third edition cancels and replaces the second edition published in 2010 and constitutes a technical revision.

The significance of the changes between IEC 60079-25, Edition 2 (2010) and IEC 60079-25, Edition 3 (2019) are as listed below:

Changes	Clause	Type		
		Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
References to 'electrical systems' changed to 'systems' and note added that installation requirement for Group I are being considered.	1	X		
Normative references updated to remove references that were outdated or not mentioned in the body of the standard.	2	X		
Reference to IEC Electropedia and ISO Online Browsing platform added, abbreviations dropped from title. Definition of 'system designer' deleted, definitions of 'certified intrinsically safe electrical system', and 'uncertified intrinsically safe electrical system' dropped.	3	X		
'Intrinsically safe electrical system' changed to 'intrinsically safe system'.	3.1	X		
Definition for 'multi-circuit cable' added.	3.2	X		
'Maximum' changed to 'total' on definitions of cable capacitance and cable inductance.	3.4, 3.5	X		
'Maximum' deleted on definition of cable inductance to resistance ratio.	3.6	X		
FISCO changed to definition from abbreviation.	3.9	X		
The requirement for the system designer to sign and date the document dropped, editorial changes for clarity made, and a reference to Annex E made to show typical descriptive system documents.	4	X		
Title of clause changed to 'Grouping and temperature classification', ambient temperature range added to things to be included in the system document and reworded for clarity.	5		X	
Notes moved and reworded among the clauses.	6.1, 6.2, 6.3, 6.4	X		
Changed from 'Ambient temperature rating' which was moved to Clause 5, and new section renamed 'Non-intrinsically safe circuits' added.	7		X	
Clause reorganized into sections and some rewording done for clarity.	8	X		
Title changed to 'Requirements of single and multi-circuit cables'.	9	X		
Requirement for insulation thickness moved into this clause, and it now applies to all cables.	9.1		X	
Title changed to 'Dielectric strength' and consolidation of requirements for single circuit and multi-circuit cables. Requirement for dielectric testing changed to twice the circuit voltage with a minimum of 500VAC.	9.2		X	
Dielectric strength requirements for single circuit cables consolidated here.	9.2.1	X		
Dielectric strength requirements for multi- circuit cables consolidated here.	9.2.2	X		
Multi-circuit cables shall not be used for intrinsically safe circuits with voltages exceeding 90 V.	9.2.2			C1
Title changed to 'Intrinsic safety parameters of cables'	9.3	X		

Changes	Clause	Type		
		Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
Title changed to 'Enclosures'	10	X		
Most of the old Clause 12 moved to IEC 60079-14.	11			C2
This clause was Clause 13 in the previous edition, and the entire clause has been re-arranged for clarity and easier reading.	12	X		
This General clause has been re-written in list format to make it easier to understand, and analysis of single and multiple power supplies moved to 12.4 and 12.5 respectively.	12.1		X	
This clause added to clarify fault applications in assemblies of certified equipment.	12.2		X	
This clause added to provide guidance on how to handle non-certified items in larger assemblies.	12.3		X	
Analysis of single power source information consolidated here and amplified.	12.4		X	
Analysis of multiple power sources information consolidated in this clause. Information added for clarity.	12.5		X	
The circuit analysis example dropped in text for simple apparatus, new Annex F added with more information.	12.6	X		
Section added to provide more information on determining capacitance, inductance and L/R that was moved from Annex A.	12.7		X	
Requirements for Type A, B, and C cables reworded for clarity.	12.8	X		
Information on evaluation of capacitance and inductance moved to 12.7.	Annex A	X		
Changed from normative to informative	Annex B	X		
Reordered and rewritten for greater clarity.	Annex C	X		
Annex updated for clarity.	Annex E	X		
The former Annex F on surge protection has been removed.	Annex F			C3
Annex G in the previous edition was on testing of cable parameters and has been removed from this edition. Annex G is now FISCO systems.	Annex G	X		

NOTE The technical changes referred to include the significance of technical changes in the revised IEC Standard, but they do not form an exhaustive list of all modifications from the previous version. More guidance may be found by referring to the Redline Version of the standard.

Explanations:**A) Definitions****Minor and editorial changes**

clarification
decrease of technical requirements
minor technical change
editorial corrections

These are changes which modify requirements in an editorial or a minor technical way. They include changes of the wording to clarify technical requirements without any technical change, or a reduction in level of existing requirement.

Extension

addition of technical options

These are changes which add new or modify existing technical requirements, in a way that new options are given, but without increasing requirements for equipment that was fully compliant with the previous standard. Therefore, these will not have to be considered for products in conformity with the preceding edition.

Major technical changes

addition of technical requirements
increase of technical requirements

These are changes to technical requirements (addition, increase of the level or removal) made in a way that a product in conformity with the preceding edition will not always be able to fulfil the requirements given in the later edition. These changes have to be considered for products in conformity with the preceding edition. For these changes additional information is provided in clause B) below.

NOTE These changes represent current technological knowledge. However, these changes should not normally have an influence on equipment already placed on the market.

B) Information about the background of 'Major Technical Changes'

B1 – A limitation of 90 V for multi-circuit system has been added since for this voltage level a dielectric test of at least 500 V AC or 700 V DC is normally used to validate the insulation.

B2 – Most of the earthing and bonding requirements have been removed and moved to IEC 60079-14, and the surge protection requirements that were in the old Clause 12 were added here in Clause 11. The rest of the old Clause 12 was also removed and moved to IEC 60079-14.

B3 – The former Annex F on surge protection has been removed and will be covered in IEC 60079-14. Annex F is now Simple Apparatus, which was Annex H in the previous edition.

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

FDIS	Report on voting
31G/318/FDIS	31G/321/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 in the IEC 60079 series, published 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 corrigendum of October 2020 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 25: Intrinsically safe electrical systems

1 Scope

This part of IEC 60079 contains the specific requirements for design, construction and assessment of intrinsically safe 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 Ex Equipment is required.

NOTE 1 This standard is intended for use by the designer of the system e.g. a person who could be a manufacturer, a specialist consultant or a member of the end-user's staff.

This document 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.

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. Installation requirements for Group I are being considered.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

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

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

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

intrinsically safe system

assembly of interconnected items of 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

3.2

multi-circuit cable

multi-core cable containing more than one intrinsically safe circuit

3.3

descriptive system document

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

3.4

total cable capacitance

C_c

total capacitance of the interconnecting cable that can be connected into an intrinsically safe circuit

3.5

total cable inductance

L_c

total inductance of the interconnecting cable that can be connected into an intrinsically safe circuit

3.6

cable inductance to resistance ratio

L_c/R_c

value of the ratio inductance (L_c) to resistance (R_c) of the interconnecting cable connected into an intrinsically safe circuit

3.7

linear power source

power source from which the available output current is determined by a resistor; the output voltage decreasing linearly as the output current increases

3.8

non-linear power source

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

Note 1 to entry: For example, a supply with a constant voltage output that can reach a constant current limit controlled by semiconductors

3.9

FISCO

Fieldbus Intrinsically Safe Concept

intrinsically safe system architecture that is bus-powered and designed in accordance with specific requirements

Note 1 to entry: The requirements are specified in IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*.

4 Descriptive system document

A descriptive system document shall be created for all intrinsically safe systems. The descriptive system document shall include the technical justification for the combination of the apparatus and shall include at a minimum the following:

- a) a block diagram of the system listing all the items of apparatus within the system including simple apparatus and the interconnecting wiring;
- b) a statement of the equipment Group subdivision (for equipment Groups II and III), the Level of Protection and the Equipment Protection Level (EPL) for each part of the system, the temperature classification, and the ambient temperature rating in accordance with Clauses 5 and 6;
- c) the requirements and permitted parameters of the interconnecting wiring in accordance with Clause 8;
- d) details of the earthing and bonding points on which intrinsic safety depends;
- e) where applicable, the confirmation of apparatus as simple apparatus in accordance with IEC 60079-11;
- f) the result of the assessment of intrinsically safe systems in accordance with Clause 12; and
- g) a unique document identification.

The requirements found in Clauses 5 through 12 shall be used to determine the content of the descriptive system document.

NOTE The descriptive system document is not the same as the control drawing referred to in IEC 60079-11.

Annex E shows an example of a typical diagram, illustrating the requirements of the descriptive system document.

5 Grouping and temperature classification

Parts of intrinsically safe systems that are intended for use in an explosive atmosphere shall be grouped in accordance with the equipment grouping requirements of IEC 60079-0 and be assigned a temperature class or a maximum surface temperature in accordance with the temperature requirements of IEC 60079-0 and IEC 60079-11.

Associated apparatus not intended for use in an explosive atmosphere shall only be grouped in accordance with the equipment grouping requirements of IEC 60079-0.

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

NOTE Different parts of the same intrinsically safe system can have different groups. The apparatus used can have different temperature classes and different ambient temperature ratings.

6 Levels of Protection

6.1 General

Each part of an intrinsically safe system intended for use in an explosive atmosphere shall have a Level of Protection "ia", "ib" or "ic" in accordance with IEC 60079-11 and an EPL in accordance with IEC 60079-0. Separate parts of the system may have a different Level of Protection or EPL.

NOTE For Group I applications, an intrinsically safe system can be "ib" in normal operation with external power, but when power is removed under defined safety circumstances (e.g. ventilation failure) then the system could become "ia" under back up battery power. The Level of Protection will be clearly defined for intended circumstances.

6.2 Level of Protection “ia”

Where the requirements applicable to 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 assigned a Level of Protection “ia”.

6.3 Level of Protection “ib”

Where the requirements applicable to 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 assigned a Level of Protection “ib”.

EXAMPLE A Level of Protection “ia” field instrument powered via a Level of Protection “ib” associated apparatus would be considered as a Level of Protection “ib” system or a Level of Protection “ib” field instrument powered via a Level of Protection “ia” associated apparatus would also be considered as a Level of Protection “ib” system.

6.4 Level of Protection “ic”

Where the requirements applicable to apparatus of 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 that system or part of a system shall be assigned a Level of Protection “ic”.

EXAMPLE A Level of Protection “ia” field instrument powered via a Level of Protection “ic” associated apparatus would be considered as Level of Protection “ic” system or a Level of Protection “ic” field instrument powered via a Level of Protection “ia” associated apparatus would also be considered as a Level of Protection “ic” system.

7 Non-intrinsically safe circuits

The descriptive system document shall define the limitations for connection of circuits to the non-intrinsically safe terminals of associated apparatus, such as the U_m value(s).

8 Interconnecting wiring / cables used in an intrinsically safe system

8.1 General

The intrinsic safety parameters of the interconnecting wiring upon which intrinsic safety depends, and their derivation, shall be specified in the descriptive system document. If a specific type of wiring is specified, then the justification for its use shall be included in the documentation.

Cables for the interconnecting wiring shall comply with the applicable requirements of Clause 9.

Cable faults shall be assessed in accordance with the requirements of 12.8.

8.2 Cables containing a single intrinsically safe circuit

Cables containing a single intrinsically safe circuit shall comply with the requirements of 9.1, 9.2.1, 9.3 and, where applicable, 9.4.

8.3 Cables containing more than one intrinsically safe circuit

The descriptive system document shall specify the permissible types of multi-circuit cables according to Clause 9, if used for particular circuits. In the particular case where faults between separate circuits have not been taken into account, 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-circuit cable containing other intrinsically safe circuits, the multi-circuit cable shall be in accordance with the requirements of a multi-circuit cable Type A or Type B, as specified in IEC 60079-14.

A multi-circuit cable containing circuits classified as Level of Protection “ia”, “ib” or “ic” shall not contain non-intrinsically safe circuits.

Where Level of Protection “ia”, “ib” or “ic” circuits are run together in a cable of Type A or Type B as specified in 9.5.2 and 9.5.3, each circuit retains its Level of Protection and equipment grouping.

Where Level of Protection “ia”, “ib” or “ic” circuits are run together in a cable of Type C as specified in 9.5.4, the combination of circuits shall be assessed according to 12.8 to determine the Level of Protection, EPL and applicable equipment grouping.

NOTE Assessment according to 12.8 might determine that the combination is no longer intrinsically safe.

9 Requirements of single and multi-circuit cables

9.1 General

If the cable is specified as part of the system, then:

- individual conductors or strands of multi-stranded conductors within the hazardous area shall have a diameter of at least 0,1 mm; and
- the radial thickness of the insulation of each core of multi circuit cable shall be appropriate to the conductor diameter and the nature of the insulation with a minimum of 0,2 mm.

NOTE This clause is not intended to prevent the use of bare conductors that are intended to be bridged out in a signalling system. Such conductors are considered as simple apparatus and not interconnecting wiring.

9.2 Dielectric strength

9.2.1 Cables containing a single intrinsically safe circuit

The insulation of cables used for intrinsically safe circuits shall be capable of withstanding a dielectric strength test with twice the voltage of the intrinsically safe circuit or 500 V_{RMS} (or 700 V DC), whichever is the greater.

9.2.2 Cables containing more than one intrinsically safe circuit

Multi-circuit cables shall not be used for intrinsically safe circuits with voltages exceeding 90 V.

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

- a) 500 V_{RMS} or 700 V DC applied between any armouring and/or screen(s) joined together and all the cores joined together; and
- b) 1 000 V_{RMS} or 1 400 V DC 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-circuit cables with conducting screens for individual circuits.

If information from the cable manufacturer is not available, then the dielectric strength test shall be carried out in accordance with an appropriate cable standard or dielectric strength tests of IEC 60079-11.

NOTE It is not a requirement of this standard that the conformity of the manufacturer's specification of the cable needs to be verified.

9.3 Intrinsic safety parameters of cables

The intrinsic safety 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 one of the following:

- a) the most onerous intrinsic safety parameters provided by the cable manufacturer;
- b) intrinsic safety parameters determined by measurement of a sample, with the method of testing intrinsic safety parameters of cables given in IEC 60079-14;
- c) where the interconnection comprises two or three cores of a conventionally constructed cable (with or without screen) the following values may be used: 200 pF/m and either 1 µH/m or an inductance to resistance ratio (L_c/R_c) calculated by dividing 1 µH by the manufacturers specified loop resistance per meter. Alternatively, for currents up to $I_o = 3$ A an L/R ratio of 30 µH/Ω may be used.

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

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 screen shall provide a minimum 60 % coverage along the entire length of the cable.

9.5 Types of multi-circuit cables

9.5.1 General

Multi-circuit cables shall be identified as 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.

9.5.2 Type A cable

A multi-circuit cable that has conducting screens providing individual protection according to 9.4 for each intrinsically safe circuit.

9.5.3 Type B cable

A multi-circuit cable that is fixed, is protected against damage by installation and does not contain any circuit with a maximum voltage U_o exceeding 60 V.

9.5.4 Type C cable

A multi-circuit cable that is not Type A or Type B.

10 Enclosures

Enclosures used for connection of separate intrinsically safe circuits, such as terminal boxes, shall provide separations for external connection facilities and meet the applicable enclosure requirements in IEC 60079-11.

11 Earthing and bonding of intrinsically safe systems

The descriptive system document should clearly indicate which point or points of the system are intended to be earthed, and any special requirements of such a bond.

The use of surge protection devices which interconnect the circuit and the structure via nonlinear 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 µA.

NOTE If insulation testing at 500 V is carried out then it might 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.

12 Assessment of an intrinsically safe system

12.1 General

The compliance of an intrinsically safe system shall be demonstrated by the consideration of the following:

- a) suitability of the individual apparatus for the hazardous area according to the applicable installation requirements e.g. IEC 60079-14;
- b) suitability of the individual apparatus for the ambient temperature range;
- c) comparison of input and output characteristics and parameters of the separately evaluated apparatus;

NOTE 1 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.

- d) cable parameters of the interconnecting wiring;
- e) faults within cables;
- f) suitability and influence of simple apparatus;
- g) separation of termination, and connection facilities; and
- h) earthing and bonding.

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 certified apparatus.

For Level of Protection “ic” field wiring faults are only considered when Type C cables are specified.

NOTE 2 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.

12.2 Systems containing only apparatus certified to IEC 60079-11

Where a system contains only separately evaluated 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.

12.3 Systems containing apparatus not separately evaluated to IEC 60079-11

Where a system contains apparatus that has not had a suitable evaluation to IEC 60079-11, then that system shall be analysed as a whole, as if it were an apparatus. See Annex F for information on simple apparatus.

12.4 Systems containing a single power source

Where a system contains a single power source, the output parameters of the power source take into account opening, shorting and earthing of the external interconnecting cable. Consequently, these failures do not need to be further considered.

Where specified the U_i , I_i , and P_i of each apparatus in the system shall be greater than or equal to the U_o , I_o , and P_o respectively of the supply.

NOTE Annex A contains further details of the analysis of these simple circuits.

12.5 Systems containing more than one power source

12.5.1 General

Where a system contains more than one power source, there shall be an assessment under normal and fault conditions for the combined power sources of:

- a) maximum no-load voltage, U_o ;
- b) maximum short circuit current, I_o ; and
- c) maximum steady state power, P_o .

NOTE 1 These parameters can require different sets of fault conditions.

In the assessment of the above, it shall be ascertained 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.

Following derivation of the above, there shall be an assessment of the following parameters for safe connection to the combined power sources:

- i) maximum capacitance, C_o ; and either
- ii) maximum inductance, L_o ; or
- iii) maximum L/R ratio of inductance to resistance for connected cables.

Any test-based verification shall be performed using the spark test apparatus in accordance with IEC 60079-11, considering the safety factor of the combined apparatus.

The U_i , I_i , and P_i of each apparatus in the system shall be greater than or equal to the U_o , I_o , and P_o respectively, as determined above.

NOTE 2 Annex B illustrates the analysis that would be used in the most frequently occurring combinations of linear resistive limited output sources of power. Alternatively, IEC 60079-14 provides a simplified analysis that is applicable for Group II circuits with Level of Protection "ib" where the sources of power are associated apparatus. The analysis can also include spark ignition testing in accordance with IEC 60079-11.

12.5.2 Systems containing linear and non-linear sources of power

The assessment of systems containing more than one power source, one or more of which is non-linear, shall be carried out by a person with appropriate competence and knowledge of the design and safety of non-linear intrinsically safe sources of power. This assessment cannot be achieved on the basis of no-load voltages and short circuit currents only.

Any particular conditions related to such a system shall be clearly stated in the descriptive system document.

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

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

Where the sources of power have different output voltages, any additional dissipation in the regulating circuits shall be taken into account.

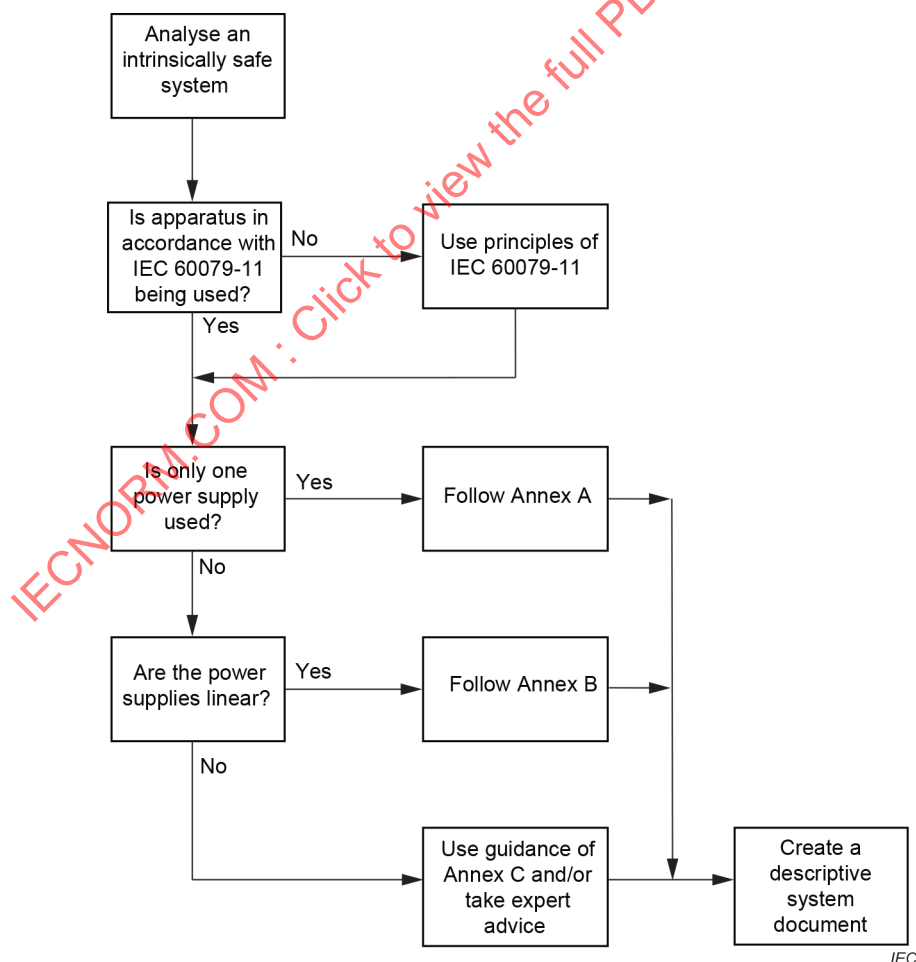
The combined L_o/R_o may be determined experimentally for non-linear power sources by testing the circuit with several discrete values of L_o and R_o using the spark ignition tests in IEC 60079-11, with values of R_o used ranging from almost a short circuit (maximum I_o) to almost open circuit (I_o nearly zero) and a trend established that ensures that the L_o/R_o will pass the spark ignition test.

NOTE 1 Annex C provides further guidance, including a method of assessment without the need to perform spark ignition testing for systems with no more than one non-linear power source.

Where a system with multiple power sources contains only one power source with controlled semiconductor voltage or current limitation and where that power source has been assessed to IEC 60079-11, assessment of transients of that power source have already been taken into account and do not require further consideration.

Where all the necessary information is available to allow assessment, it is permissible for a system to contain more than one power source with controlled semiconductor voltage or current limitation. In this case the entire system shall be assessed to IEC 60079-11 as a whole as if it were an apparatus.

NOTE 2 It is not expected that the above can be established without access to full construction drawings for the non-linear sources of power.



IEC

Figure 1 – Systems analysis

12.6 Simple apparatus

Simple apparatus used in an intrinsically safe system shall comply with the simple apparatus requirements of IEC 60079-11 and shall be identified in the descriptive system document as simple apparatus.

12.7 Assessment of capacitance, inductance and cable L/R

12.7.1 General

The sum of all C_i and C_c shall be less than or equal to C_o .

The sum of all L_i and L_c shall be less than or equal to L_o . Alternatively, where the L_o/R_o ratio of the source of power is greater than L_c/R_c , L_o may be disregarded.

The values of C_o and L_o might need to be recalculated based on 12.7.4. The value of L_o/R_o might need to be recalculated based on 12.7.5.

12.7.2 Unspecified Parameters

Where the statement of intrinsic safety parameters for an item of apparatus does not include C_i then it may be considered to have C_i of zero.

Where the statement of intrinsic safety parameters for an item of apparatus does not include L_i then it may be considered to have L_i of zero.

12.7.3 Output Parameter adjustments for Level of Protection

Where equipment of Level of Protection “ia” or “ib” is used in a system requiring a Level of Protection “ic”, the change of safety factor from 1,5 to 1,0 may be conservatively applied by multiplying the intrinsic safety output parameters of C_o , L_o and L_o/R_o by two.

12.7.4 Effect of combined lumped capacitance and inductance

Where the total of all apparatus C_i values exceeds 1 % of the circuit's C_o value and the total of all apparatus L_i values exceeds 1 % of the circuit's L_o value, the permitted C_o and L_o of the circuit shall be determined by one of the following methods:

- a) Reducing both by half, with the C_o of the circuit further limited to a maximum of 1 μF for Groups I, IIA, IIB and III, and 600 nF for Group IIC.

Where a system is powered from a single power source specified with permissible pairs of C_o plus L_o values these values shall not be exceeded by the sum of all C_i plus C_c and the sum of all L_i plus L_c in the system.

- b) Spark ignition testing of the combination in accordance with IEC 60079-11.
- c) Using the curves in C.7

NOTE Where a system contains both lumped capacitances and lumped inductances the interaction of these can 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.

12.7.5 Determination of L/R

The use of the L/R parameter is permitted only when the sum of all apparatus C_i values is less than or equal to 1 % of C_o .

If the sum of all apparatus L_i values is less than or equal to 1 % of the L_o , then the permitted cable L_c/R_c is considered to be equivalent to the power source(s) L_o/R_o ratio.

If the sum of all apparatus L_i values is greater than 1 % of the L_o , the system is powered from a single linear source and the apparatus has a well-defined inductance and resistance by virtue of its documentation or construction, the procedures in Annex D may be used to determine the applicable L_c/R_c ratio or to increase the permitted cable inductance L_c .

For systems with more than one power source where the sum of all apparatus L_i values exceeds 1 % of the sources' combined L_o then no L_o/R_o ratio can be determined, and the cable shall conform to the L_c limit.

Where a system has a single linear power source and well-defined inductance and resistance by virtue of its documentation or construction, the safety of the inductive aspects of the system may be confirmed by the process defined in Annex D.

12.8 Faults in multi-circuit cables

Dependent on the type of cable, as defined in 9.5, used within intrinsically safe systems, the following shall be considered:

- For Type A and Type B cables, no faults between circuits shall be taken into consideration; and
- For Type C cables, faults comprising up to two short circuits between conductors and simultaneously up to four open circuits of conductors that result in the most onerous condition shall be assessed against the spark and thermal ignition requirements of IEC 60079-11.

12.9 Type verifications and type tests

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

13 Predefined systems

A system and all 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 G.

NOTE Another example of a predefined system is the 2-wire intrinsically safe ethernet system (2-WISE) which is under development as IEC TS 60079-47.

Annex A (informative)

Assessment of a simple intrinsically safe system

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

The first step 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 descriptive system document 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 power source evaluated as IIC to have permissible output parameters (I_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 equipment 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 power source which is evaluated "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 intrinsically safe apparatus mounted in the hazardous area. Apparatus can 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) Record the permissible ambient temperature range of each piece of apparatus.
- e) Compare the voltage (U_o), current (I_o) and power (P_o) output parameters of the power source with the input parameters (U_i , I_i and P_i) of the field device. 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 in accordance with 12.7.
- g) Assess the suitability of the isolation from earth 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	$C_c \leq 80$ nF
	Inductance	L_o : 4,2 mH	L_i : 10 μH	$L_c \leq 4,19$ mH
	L/R ratio	L_o/R_o : 54 μH/Ω		$L_c/R_c \leq 54$ μH/Ω
g)	Earthing	Isolated	Isolated	Isolated

Annex B (informative)

Assessment of circuits with more than one power source

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 and voltage characteristics which gives conservative results, which ensures a safe installation and may be used as an alternative to this annex.

Where there is more than one power source and the interconnections are made under controlled conditions so as to provide 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

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

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 equipment group of IEC 60079-11. The value of L_o , or optionally L_o/R_o and C_o are established for each circuit and the most onerous value used together with its relevant equivalent circuit.

For Levels of Protection “ia” and “ib” a factor of safety 1,5 is used in determining these values in all circumstances. For Level of Protection “ic” a safety factor of 1,0 is sufficient.

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 is determined by the most onerous of the individual circuits considered on their own as well as their combination. The minimum inductance does not always coincide with the maximum circuit current and the minimum L_o/R_o ratio, if used, might not be coincident with the minimum inductance.

The matched power available from each of the equivalent circuits is 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 equipment group of IEC 60079-11. The values L_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 is also 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 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 are evaluated, following both the procedures set out. The most onerous output parameters and equivalent circuits are utilized in establishing the integrity of the intrinsically safe system.

The apparatus can contain a power source, which results in it having output parameters, for example from internal batteries. When this occurs, the analysis of the system includes the combination of this power source with any power source in the associated apparatus. Such an analysis would 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 power source, 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.

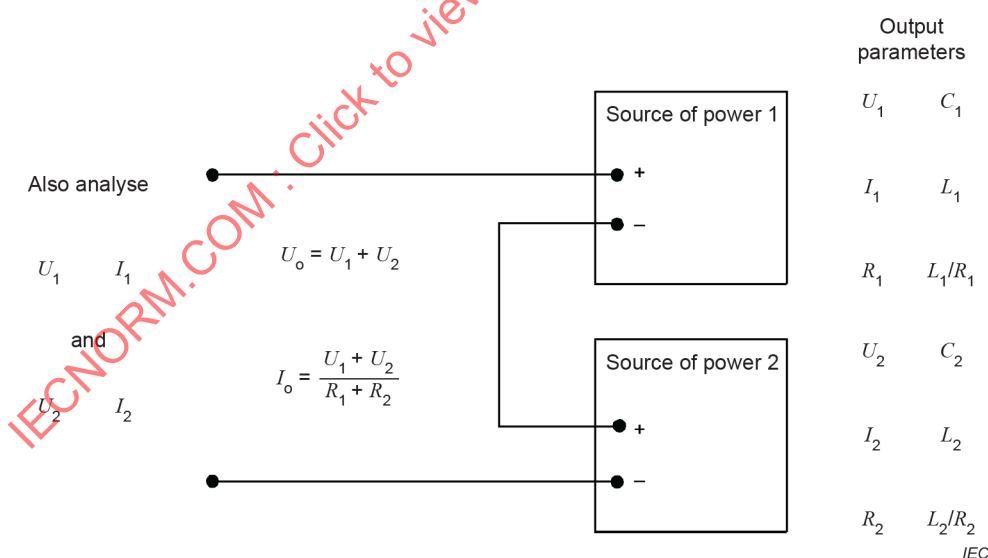


Figure B.1 – Power sources connected in series

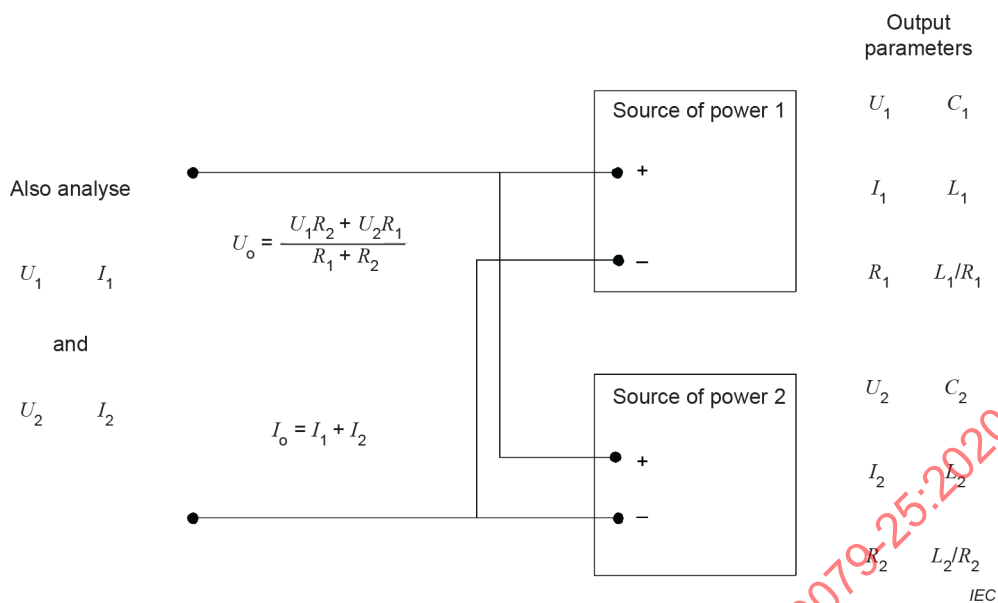
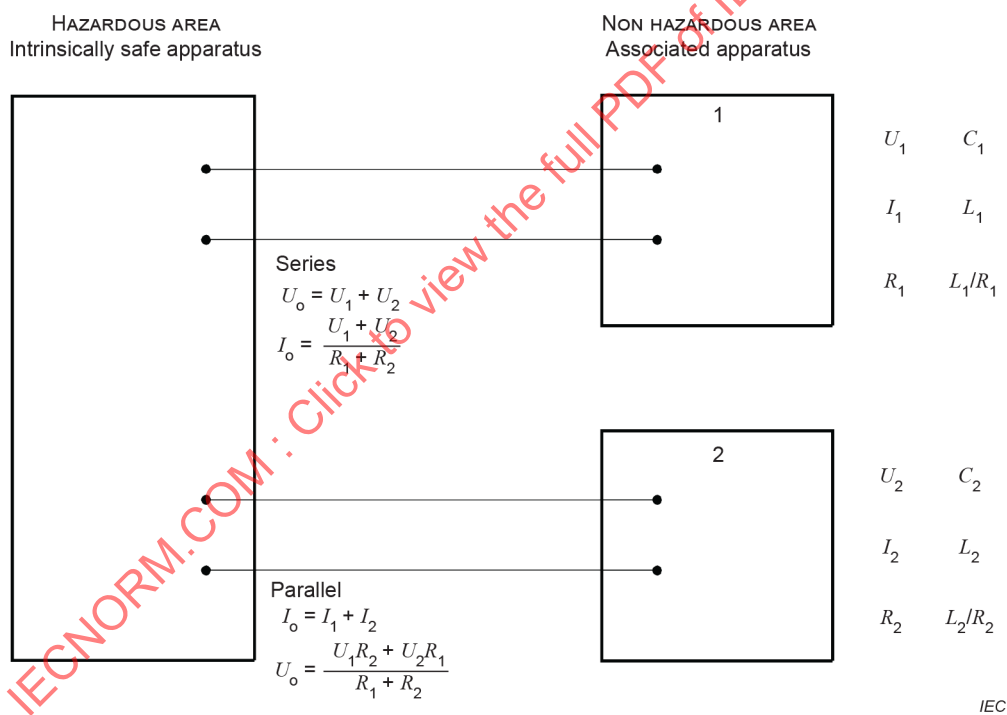


Figure B.2 – Power sources connected in parallel



Key

- 1 power source 1
- 2 power source 2

Figure B.3 – Power sources not deliberately connected

Annex C (informative)

Interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits

C.1 General

This annex gives additional guidance on assessment for intrinsic safety of systems comprising both linear and non-linear circuits. It includes a means of assessing safety. The procedure introduced here is applicable for Zone 1 and for equipment Groups IIC and IIB without the need for spark ignition testing.

C.2 Assessment of the output characteristics of the power sources

The first stage is to establish representative output current / voltage characteristic for each of the sources of power under the fault conditions as defined in IEC 60079-11. These can deviate substantially from the operational characteristic.

Sources of power normally fall into one of three output circuit types.

a) Linear Characteristic

Resistive limited outputs with a linear characteristic as shown in Figure C.1a). Here:

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

b) Trapezoidal characteristic

Trapezoidal output characteristic as shown in Figure C.1b), normally involving a voltage clamp on the output. The source with trapezoidal characteristic (Figure C.1b)) consists of a voltage source, a resistance and additional voltage limiting components (for example, Zener diodes or crowbar) at the output terminals. Here:

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

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

c) Rectangular characteristic

Rectangular output characteristic as shown in Figure C.1c), normally involving a semiconductor controlled current limit.

Here:

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

In practice, the output characteristic of apparatus may be more complex. For example, a battery fitted with an external current limiting resistor does not have a constant internal resistance and its source voltage changes as a function of the degree of charge. In order to simplify the analysis, such circuits are represented by their nearest simpler equivalent circuit that is not less capable of causing ignition than the actual circuit. In the above case of a battery, this would be a linear circuit (Figure C.1a)) with U_o as the peak open circuit voltage (e.g. as defined for the battery type in IEC 60079-0) and R as the external resistance.

Establishing the output voltage / current characteristic of these simplified circuits requires two or three parameters as shown in 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

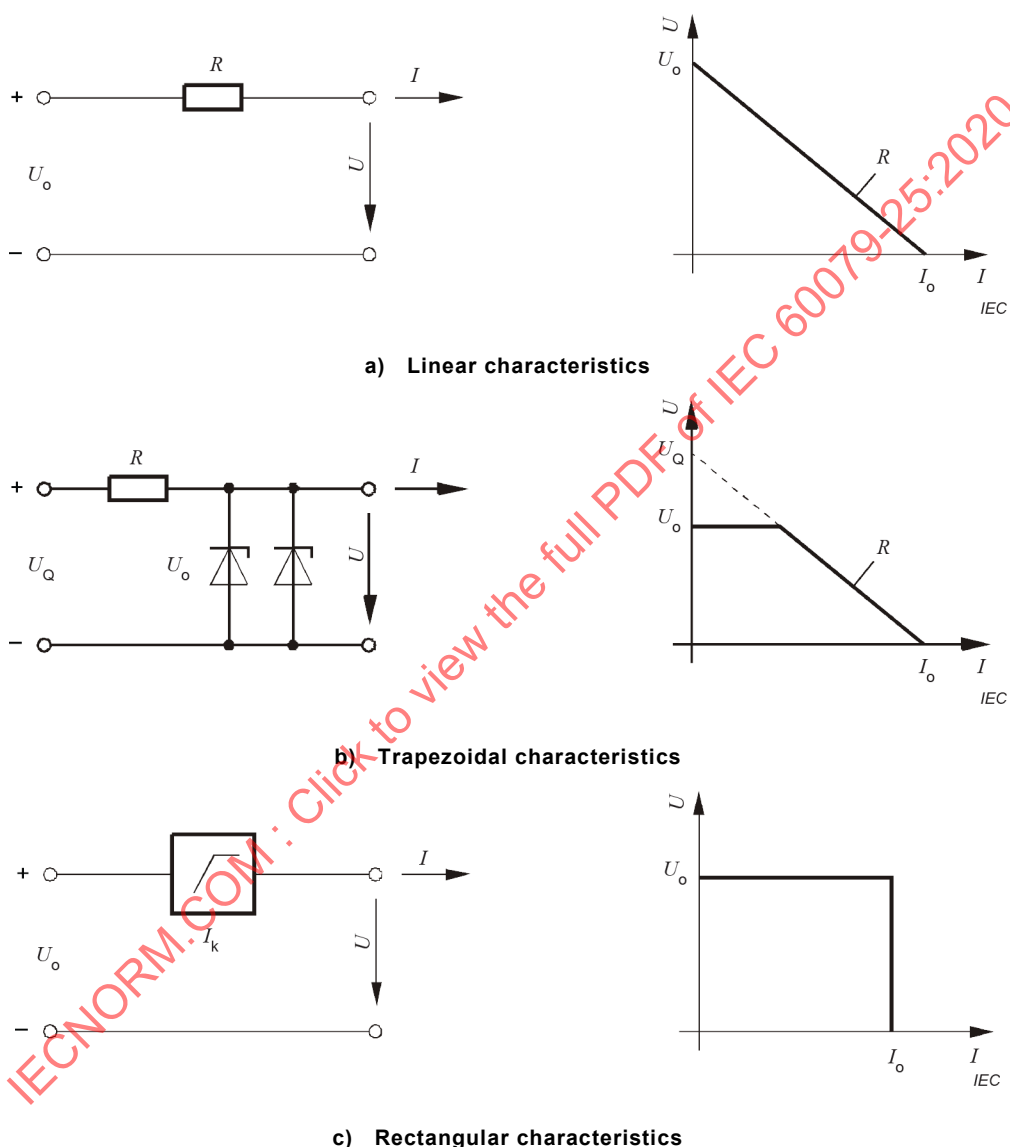


Figure C.1 – Equivalent circuit and output characteristic of resistive circuits

For the purposes of the assessment, U_o and I_o are maximum values that can occur under fault conditions as defined in IEC 60079-11. In most cases these will be given in the apparatus certificate, instructions or control drawing. The maximum steady state power under fault conditions, P_o , is also normally stated. If there is no data in the certificate then the values should be obtained from the manufacturer of the apparatus.

It is often possible to make conclusions about the type of characteristic from these values, as well as calculate the third parameter for a trapezoidal output.

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 P_o is specified for the static case (for thermal assessment) whereas I_o and U_o are for the dynamic case (for spark ignition assessment). 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 manufacturer's documentation is often not sufficient to determine the output current / voltage characteristic as the third parameter (either U_Q or R) is missing (see Table C.1).

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

In most cases, the manufacturer's documentation will also give the characteristic shape of any non-linear circuits.

An example might look as follows.

Maximum values (trapezoidal characteristic):

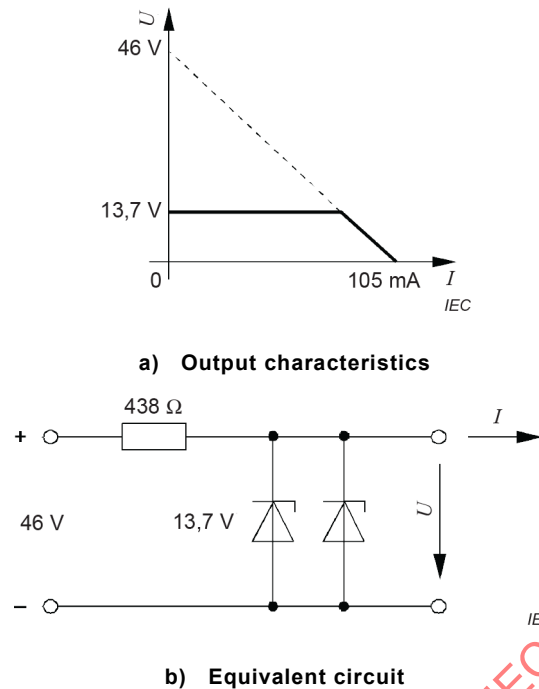


Figure C.2 – Output characteristic and equivalent circuit of a source with trapezoidal characteristic

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

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

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

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

The characteristic represented is shown in Figure C.2a). Figure C.2b) shows the safety equivalent circuit.

Calculation is as follows:

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

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

C.3 Assessment of interconnection possibilities and resultant output characteristics

The next step is to determine the interconnection possibilities resulting from the failure modes of this standard.

If the combined sources are connected in series and are not bonded, for example, to earth (Figure C.3a)), then, irrespective of the polarity of the sources, only voltage addition 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.3 shows the resultant characteristics in the different cases.

The maximum open-circuit voltage values, U_o , of the individual power sources are added and the maximum value of the short-circuit currents, I_o , of the power sources is taken.

In the series circuit shown in Figure C.3b), 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.3e)).

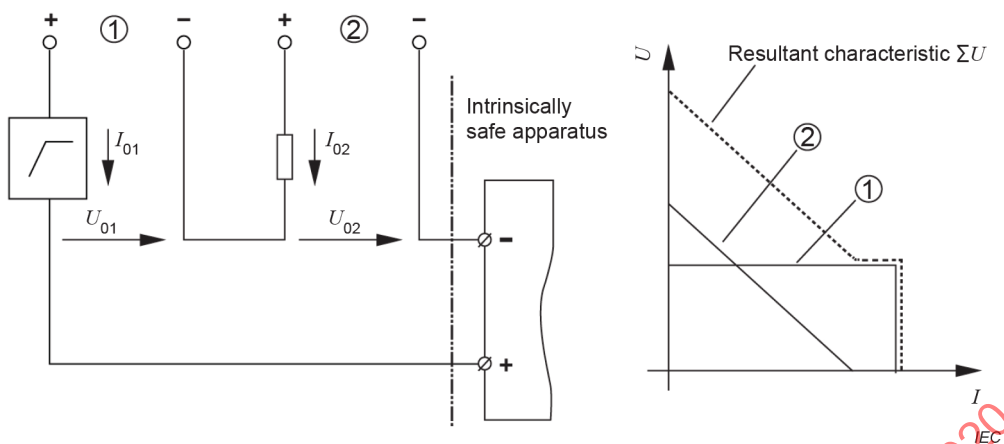
In the parallel arrangement of Figure C.3c), current addition is only possible if, with bipolar sources, two poles are connected in each case. Voltage addition is not possible in this case and the resultant characteristic is generated by graphical addition of individual current values.

The short-circuit currents are added while the greatest value of the open-circuit voltage is taken.

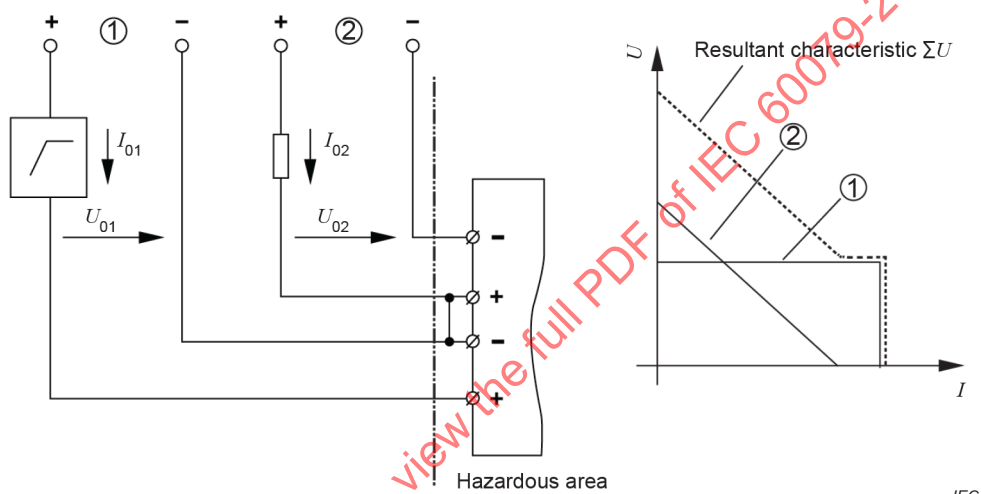
If only one pole of each source is connected to that of the other (Figure C.3d)), then voltage addition can be excluded only if the polarity of the sources as shown here is fixed regarding all circumstances (for example, with safety barriers). Otherwise, both voltage and current addition should be considered (see Figure C.3e)).

If several circuits are connected to a circuitry in which arbitrary interconnections should be assumed (Figure C.3e)), 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. As 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 also necessary in all cases of doubt for the circuits in Figure C.3b) and Figure C.3d) as well as with circuits with more than two conductors. The result so obtained will always be on the safe side.

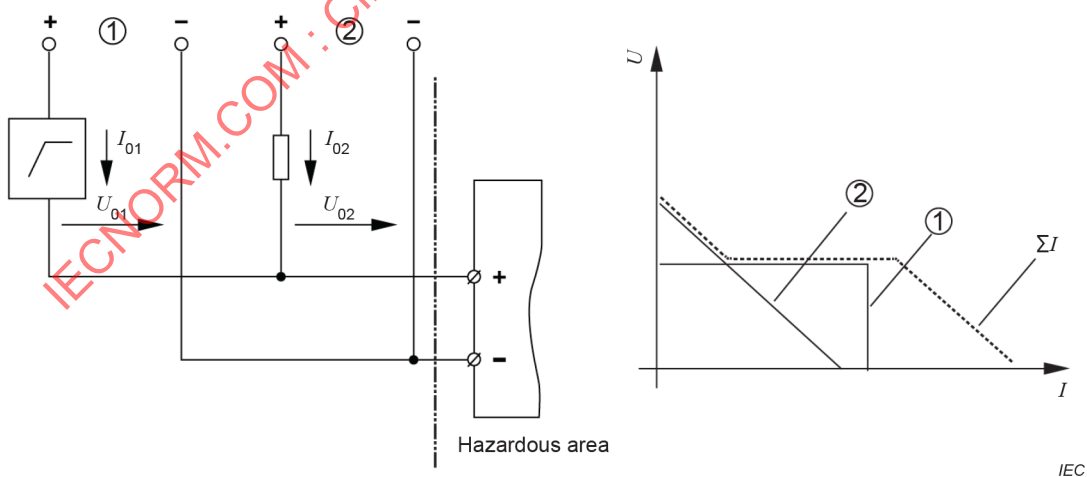
If the arrangement of the apparatus is not clearly defined with respect to the polarity (as in Figure C.3e)), then there can be a series or parallel connection depending on the fault condition considered. In this case, voltage addition and current addition should be assumed for both, but separately. The most unfavourable values have to be taken as a basis.



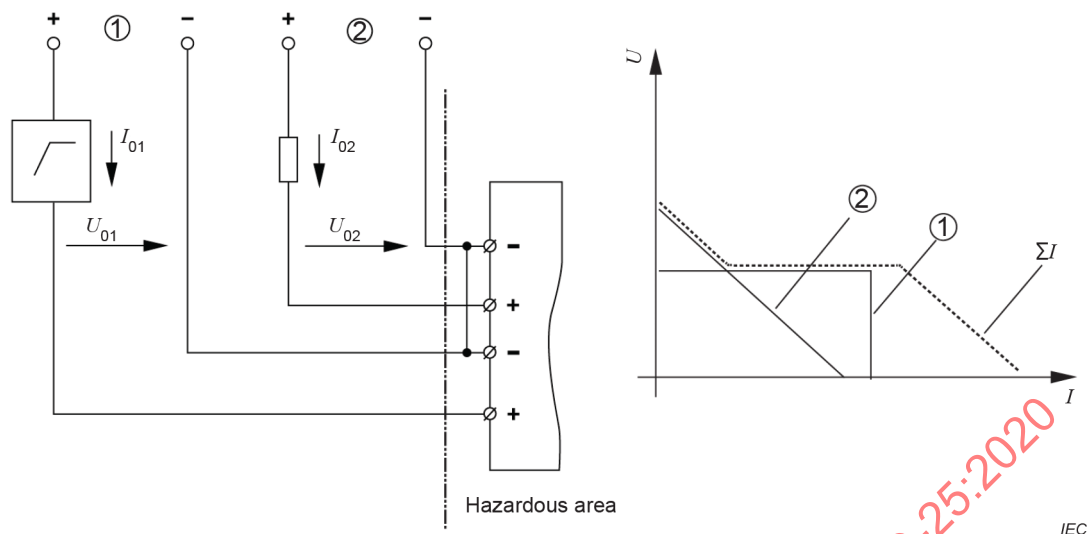
a) Series connection with voltage addition



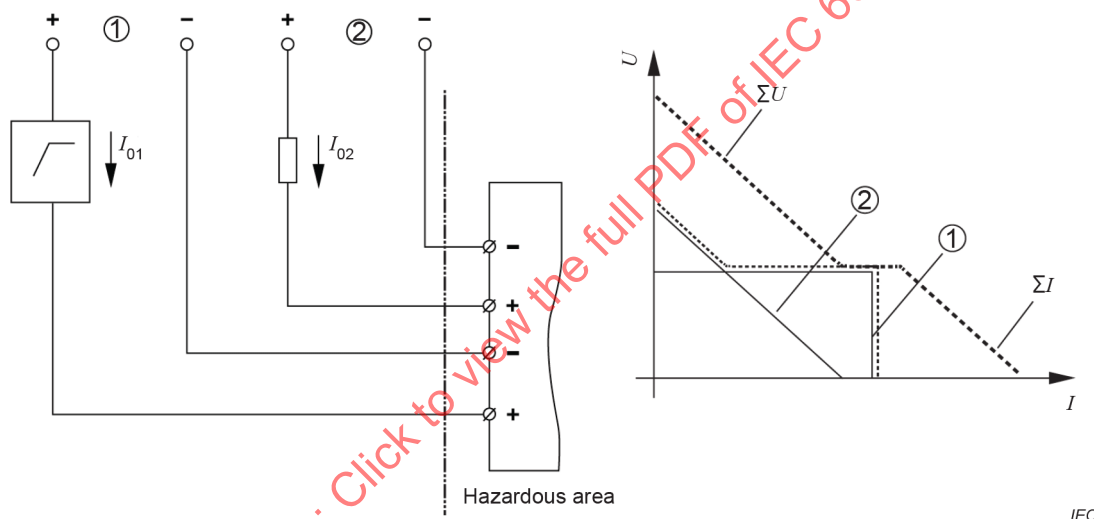
b) Series connection with enforced voltage polarity



c) Parallel connection with current addition



d) Parallel connection with enforced voltage polarity



e) Series or parallel connection with current and voltage addition

Figure C.3 – Current and/or voltage addition for interconnections

C.4 Determination of intrinsic safety and the use of graphs

Once the representative current / voltage output characteristic of the combined sources of power has been obtained, the next step is to determine whether the circuit is intrinsically safe, as well as defining an overall C_o and L_o , taking into account the interaction of inductance and capacitance (mixed circuit). This could be done using spark ignition testing as defined in IEC 60079-11.

Alternatively, Figure C.7 and Figure C.8 may be used in place of spark ignition testing for systems with no more than a single non-linear source and for application for Level of Protection “ib” and for equipment Groups IIC and IIB. This process is an instrument for the assessment of the interconnection; using it for defining intrinsic safety parameters of individual circuits or apparatus makes sense only in the case of simple rectangular or linear circuits.

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 there is no need for this difference.

In cases with complex combined output characteristics, the safety factor derived can be less than 1,5 but greater than 1,0. To ensure a safety factor of at least 1,5, an enveloping linear or rectangular characteristic can be used. Figure C.7 and Figure C.8 show the permissible limit curve for linear source characteristic (dotted limit curve) and for rectangular characteristic (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.

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, current and voltage additions are considered, then both resultant characteristics should be plotted.

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

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

If the combination of sources together with the inductance for that diagram and the selected equipment Group is intrinsically safe, then 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 curve obtained from the combination of the single linear source and the rectangular source considering C.3 serves as the characteristic of the resulting circuit. After drawing the curve into the appropriate diagram in C.7, the permissible maximum value of capacitance C_o can be determined from the diagram as the values of the limit curves, which is not intersected by the characteristic.

If a higher permissible capacitance C_o is required for the purpose of an application, then this can be obtained by starting with a diagram for a lower inductance.

The same approach can also be used where the resultant output characteristic intersects the curve for the inductive limit of the linear or rectangular source.

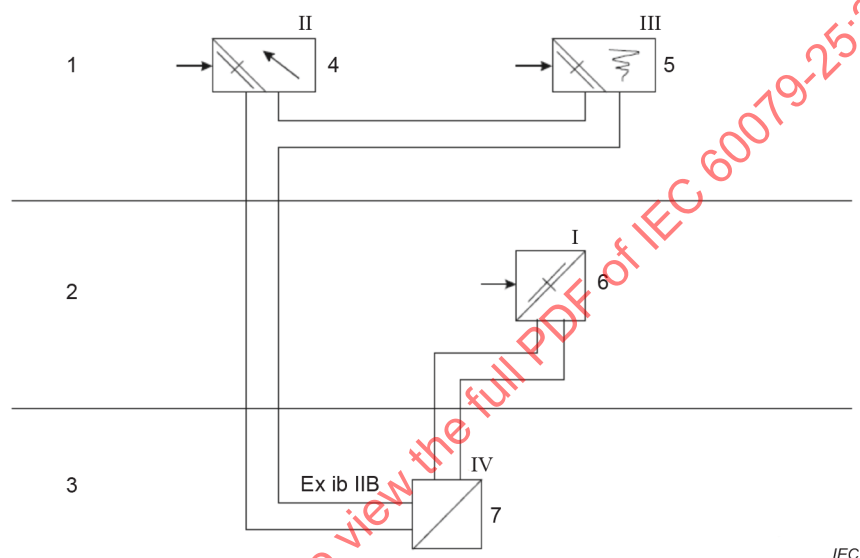
If, even for the smallest inductance value in the diagrams (0,15 mH), the relevant limit curve is exceeded in the IIC diagram, then the circuit cannot be assessed as suitable for Group IIC according to this annex.

C.5 Verification against IEC 60079-11

In certain cases, Figure C.7 and Figure C.8 can produce higher permissible capacitance than is allowed for by IEC 60079-11. Therefore, once the U_o and I_o of the combined circuit have been determined, the values L_o and C_o derived from Figure C.7 and Figure C.8 should be checked to ensure that they are not greater than the ignition limit curves given in IEC 60079-11.

C.6 Illustration of the procedure

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 Level 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 Level 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 Level of Protection Ex ib IIC

Maximum values

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

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

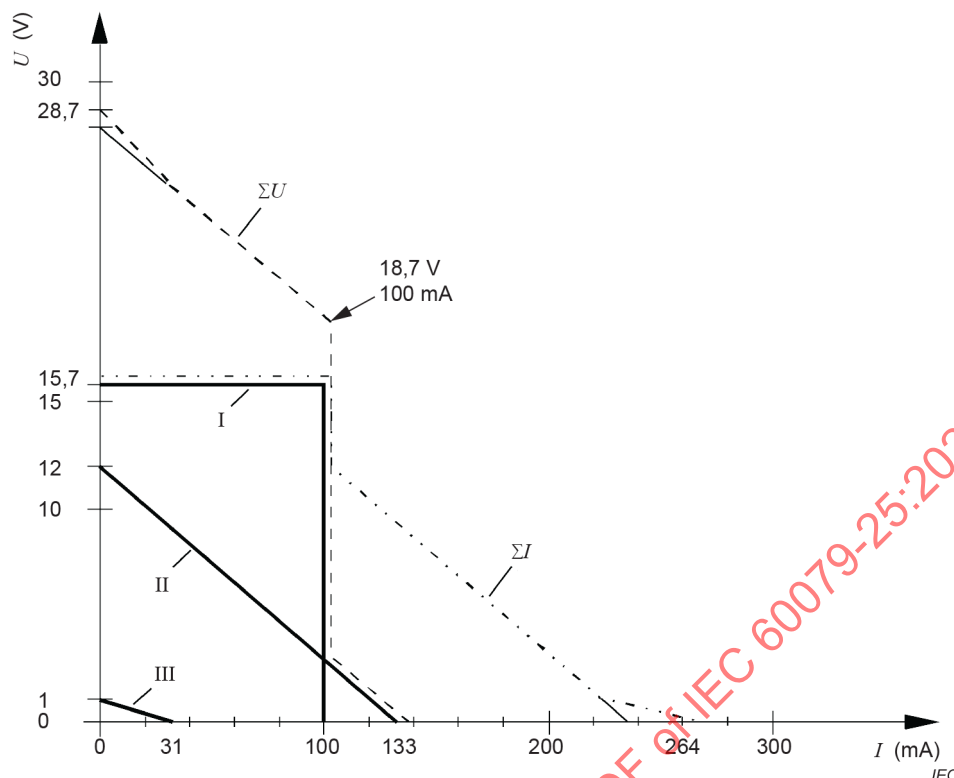
$$P_o = 10 \text{ mW}$$

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

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

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) (Group IIB, $L = 0,5$ mH) with the result shown in Figure C.6a) and Figure C.6b).

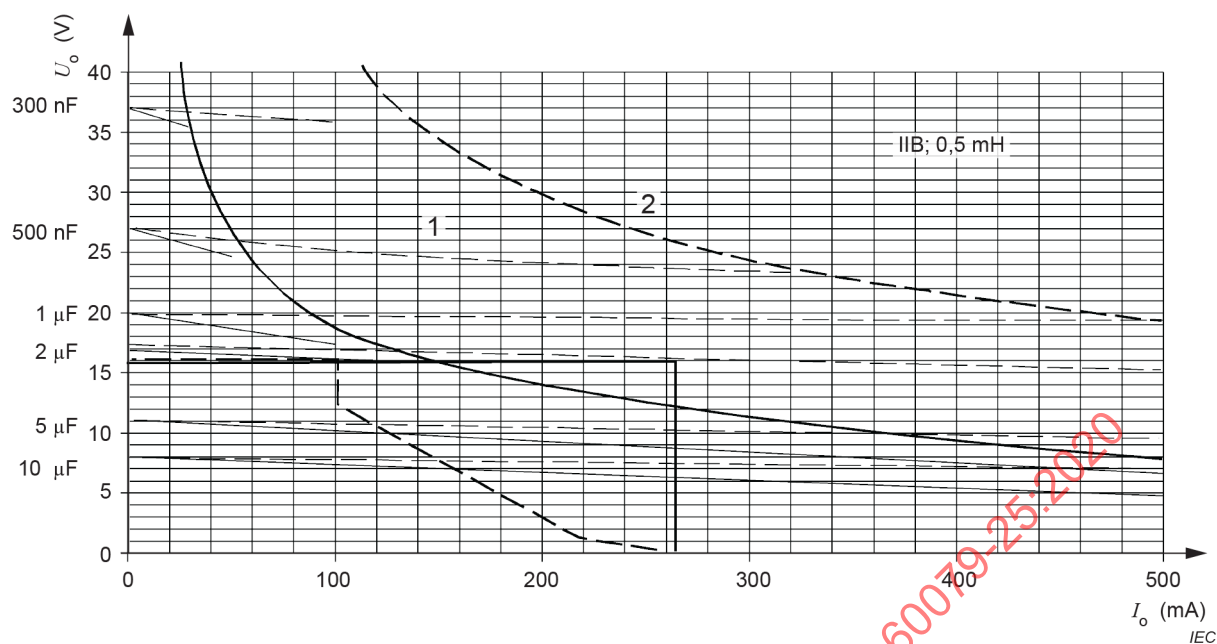
The corner point at 18,7 V and 100 mA in the voltage addition curve is the critical point, as it is nearest to the inductive limit of the rectangular source but does not reach it. At this point the theoretically highest power of 1,87 W is reached.

Since both resultant characteristics of the combination do not intersect the inductive limit curves for the linear and rectangular sources in Figure C.6a) and Figure 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.

NOTE The value 400 nF cannot be directly derived from the limit curves. The value between two limit curves can be interpolated.

The graphically derived value resulting from the process above outputs a certain value, which has to be checked against the permissible capacitance value according to the ignition data Tables in IEC 60079-11 for that Group. The graphically derived value in any case has to be less than or equal to the value of that table. If this criteria is not fulfilled the graphically derived value should be set to the Group table value.

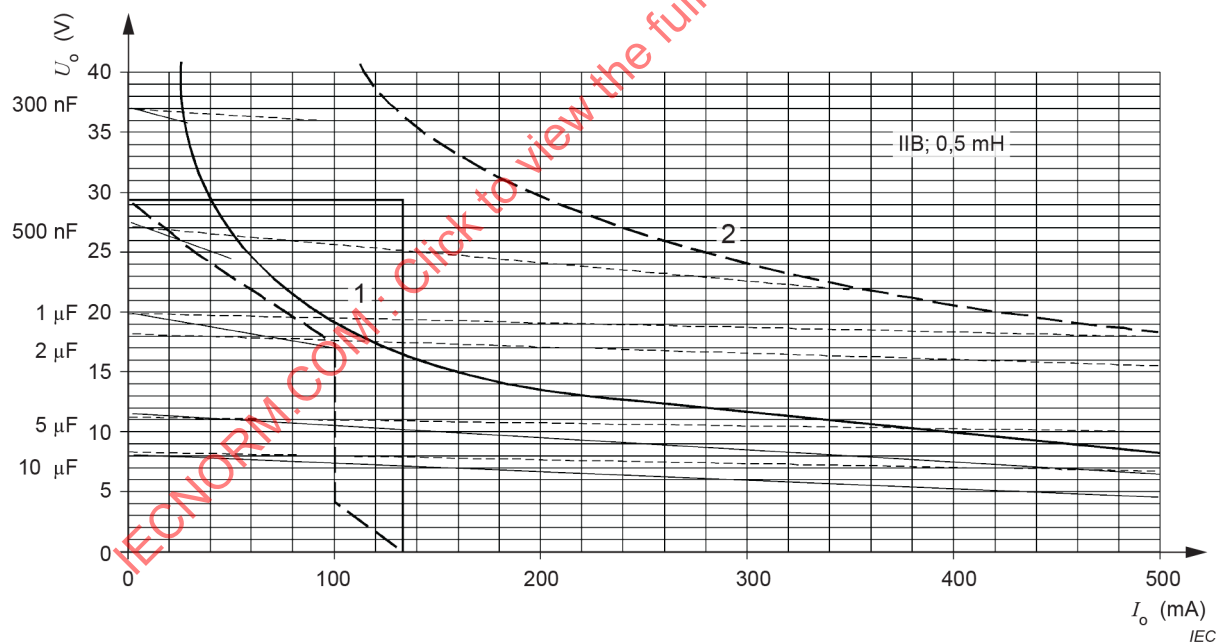
If the permitted capacitance corresponding to the voltage and the Group table of IEC 60079-11 is checked for the value 28,7 V Group IIB, the permissible value of capacitance is 618 nF which is higher than the value of 400 nF established here.



Key

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

a) Current addition



Key

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

b) 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

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

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

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

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

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

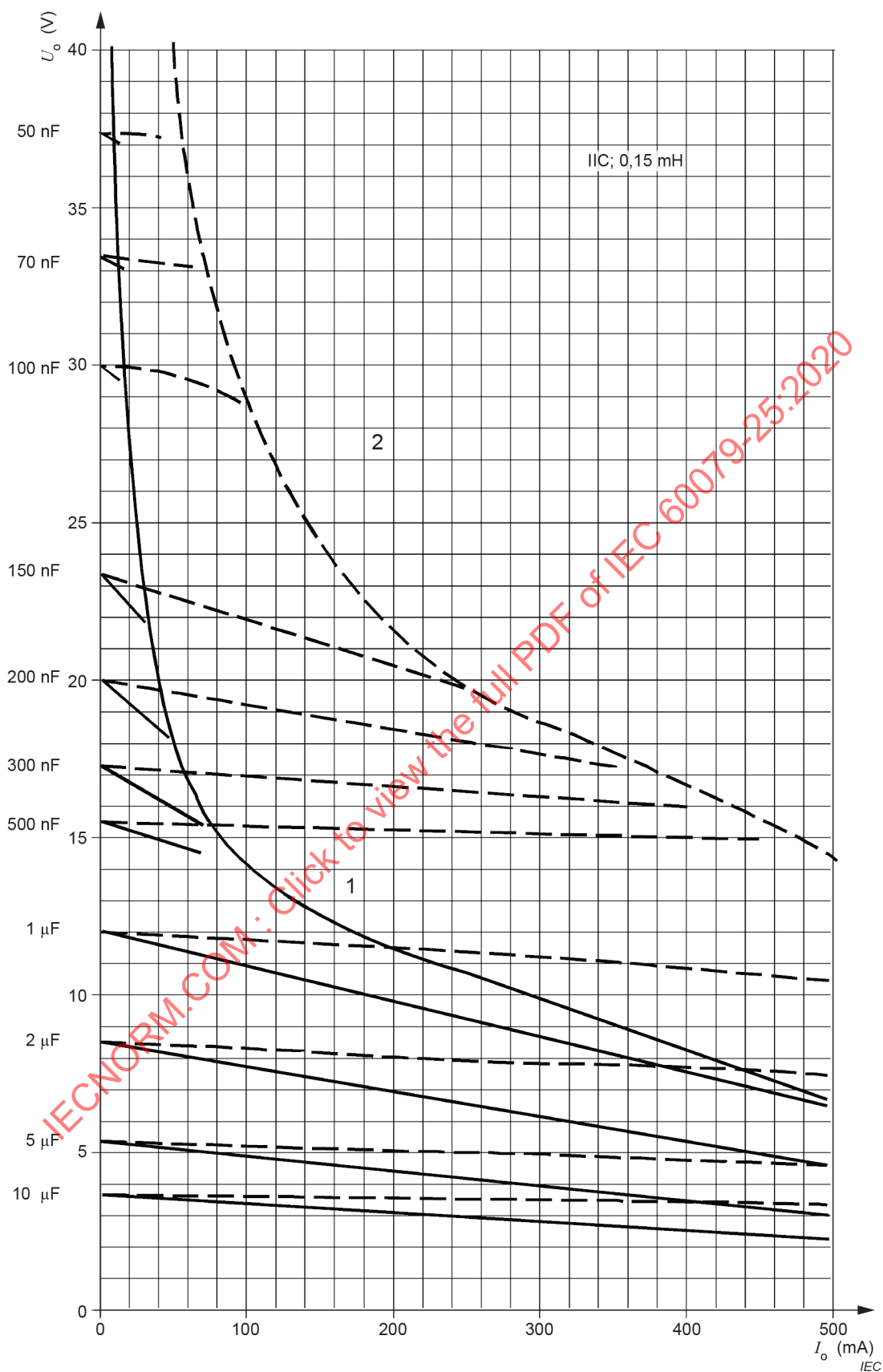
As the associated apparatus in the present example (power supply, display and plotter) have no effective inductance or capacitance values at the intrinsically safe inputs/outputs, the maximum values for capacitance and inductance may be used for the intrinsically safe apparatus (analyser) and for the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

C.7 Limit curves for universal source characteristic

This clause contains the limit diagrams for Table C.2.

The required safety factor of 1,5 is already incorporated into the diagrams for linear and rectangular output characteristics.

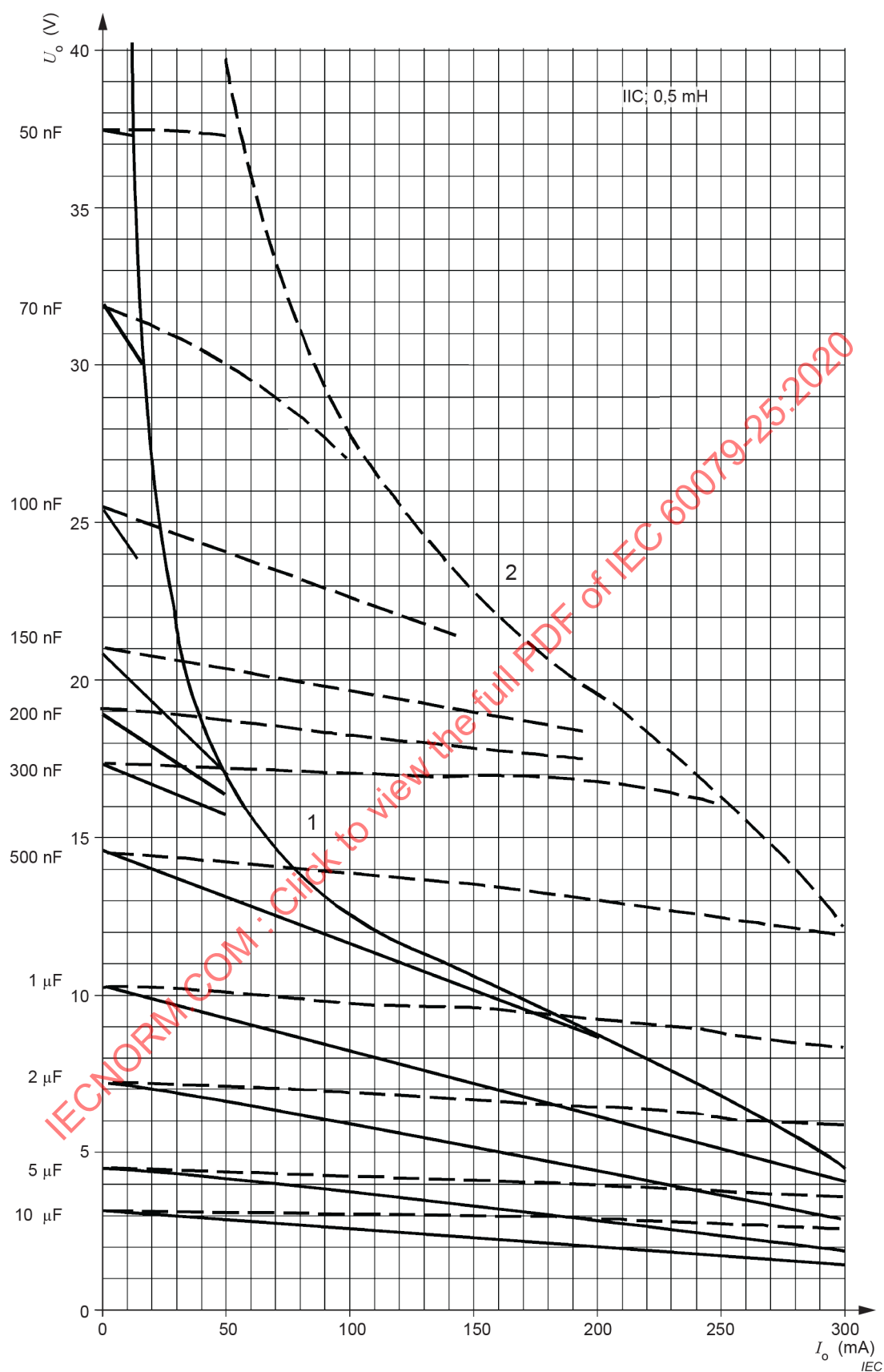
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020



Key

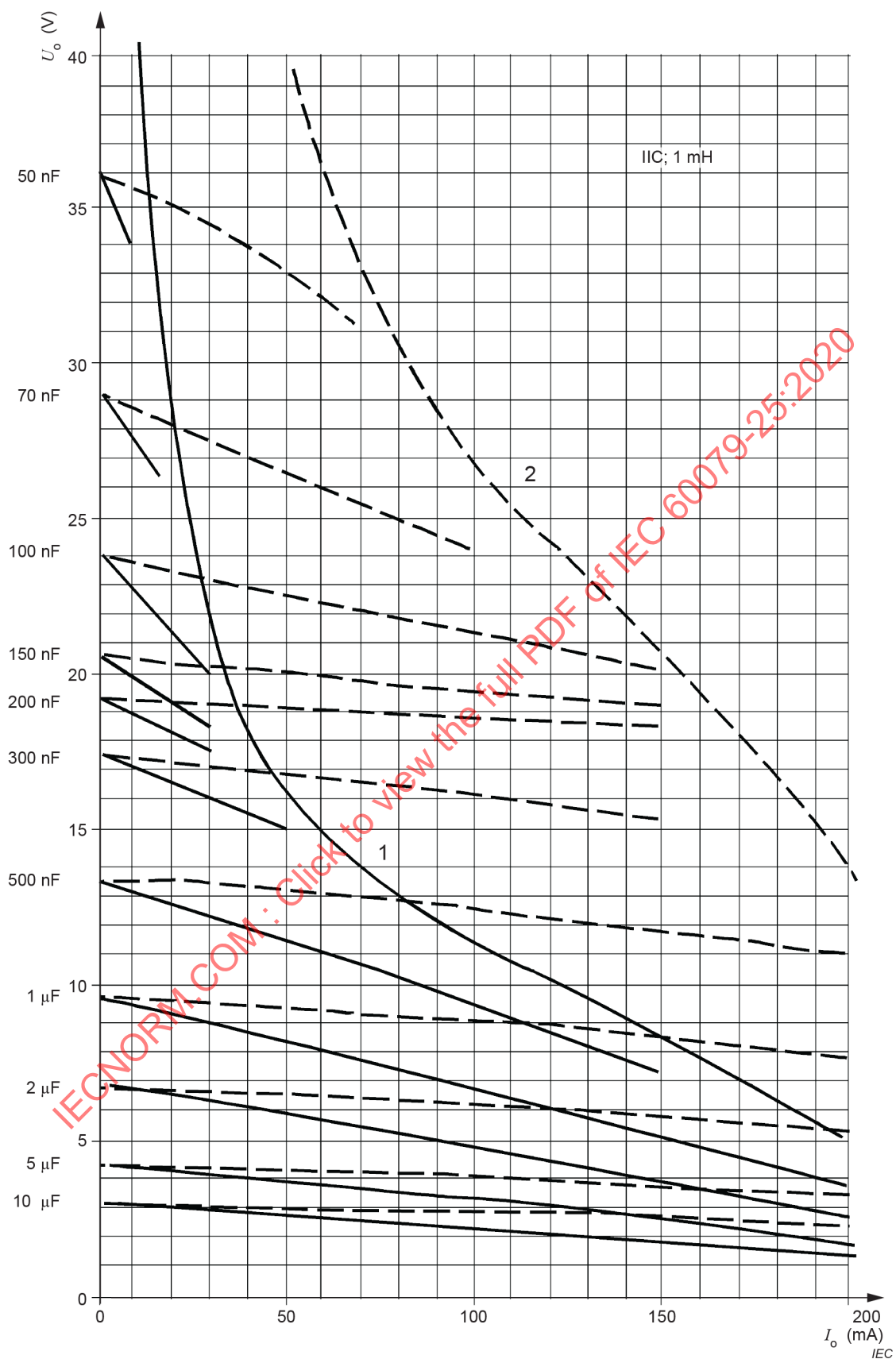
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

a) Diagram for 0,15 mH

**Key**

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

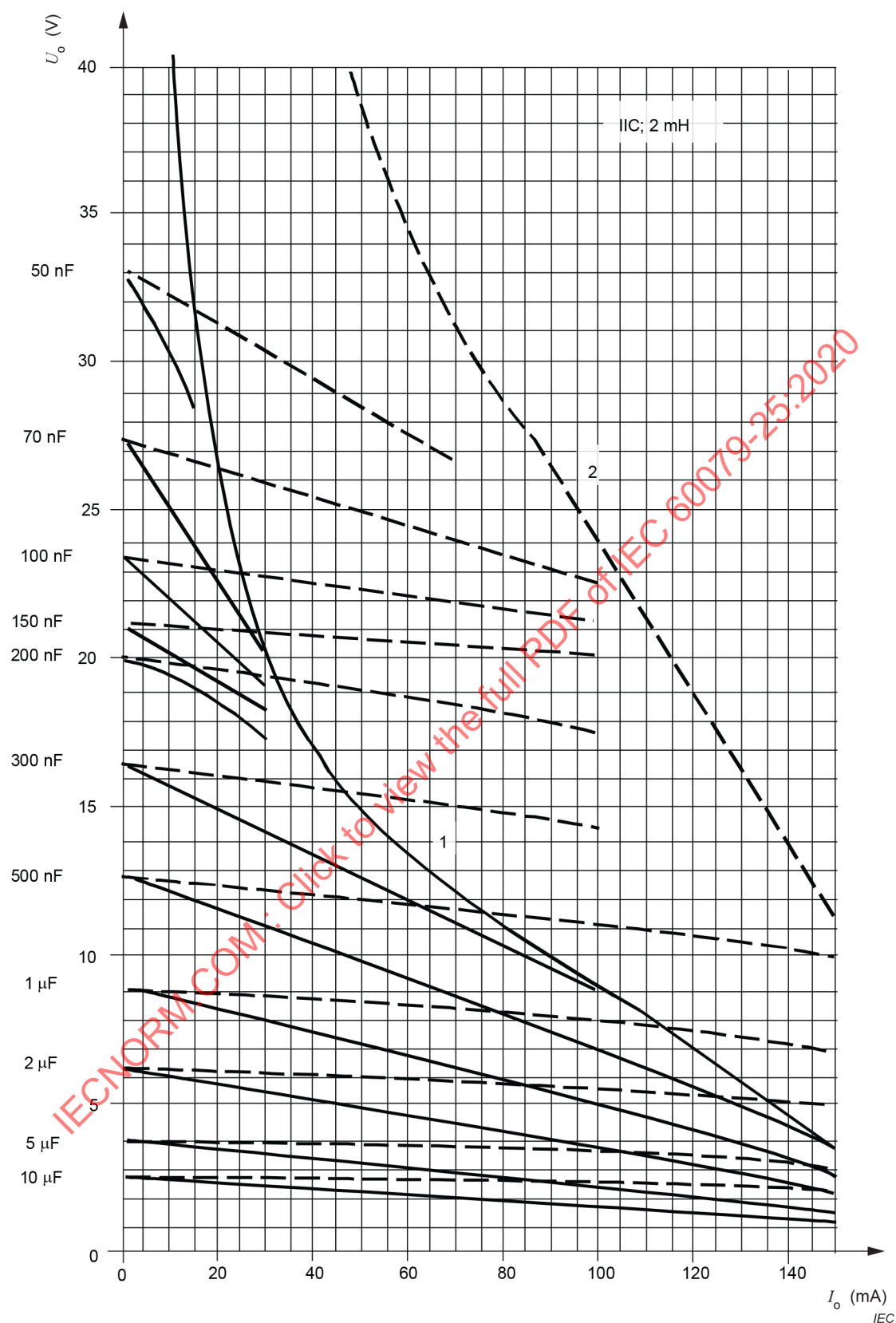
b) Diagram for 0,5 mH



Key

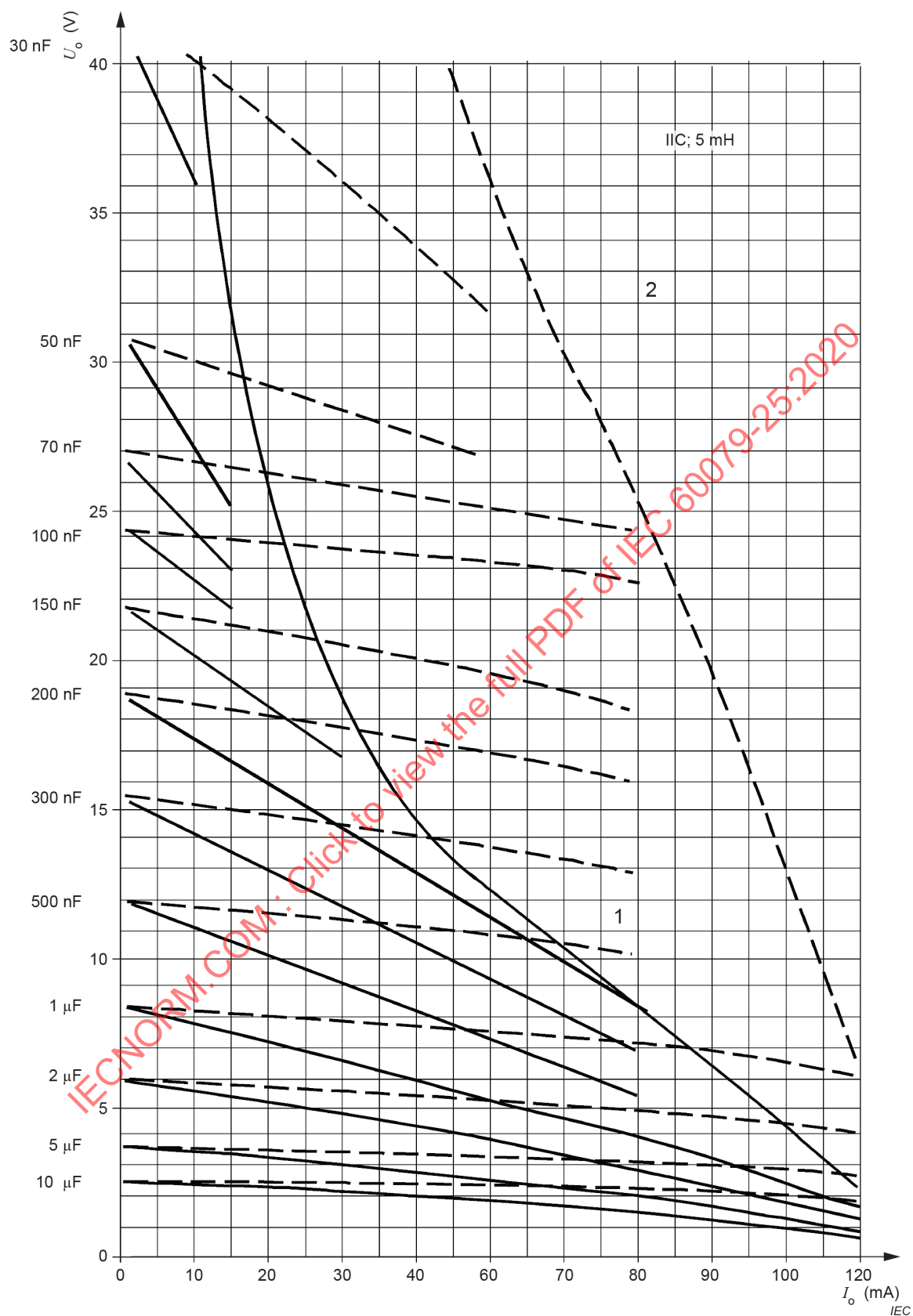
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

c) Diagram for 1 mH

**Key**

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

d) Diagram for 2 mH

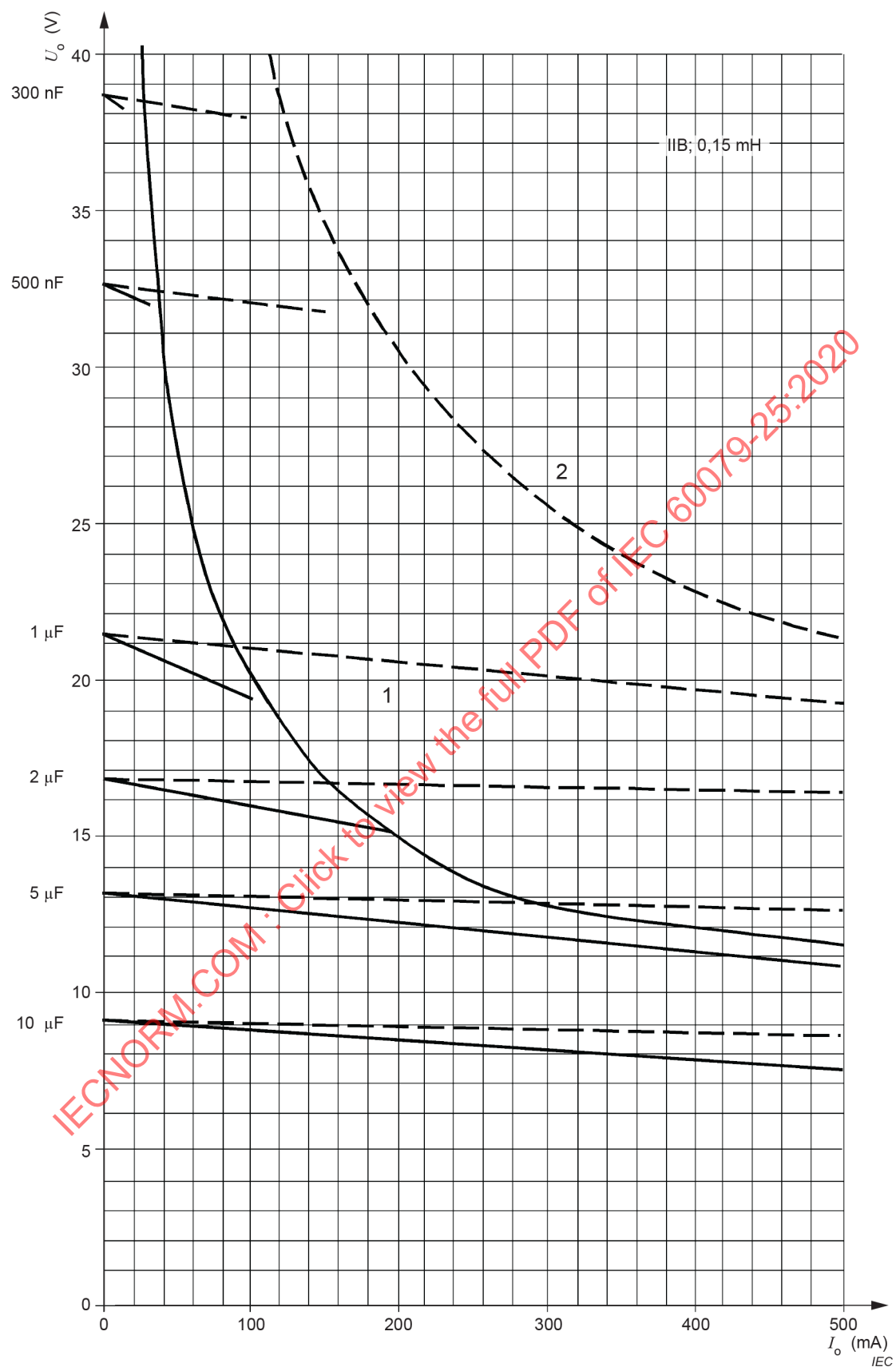


Key

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

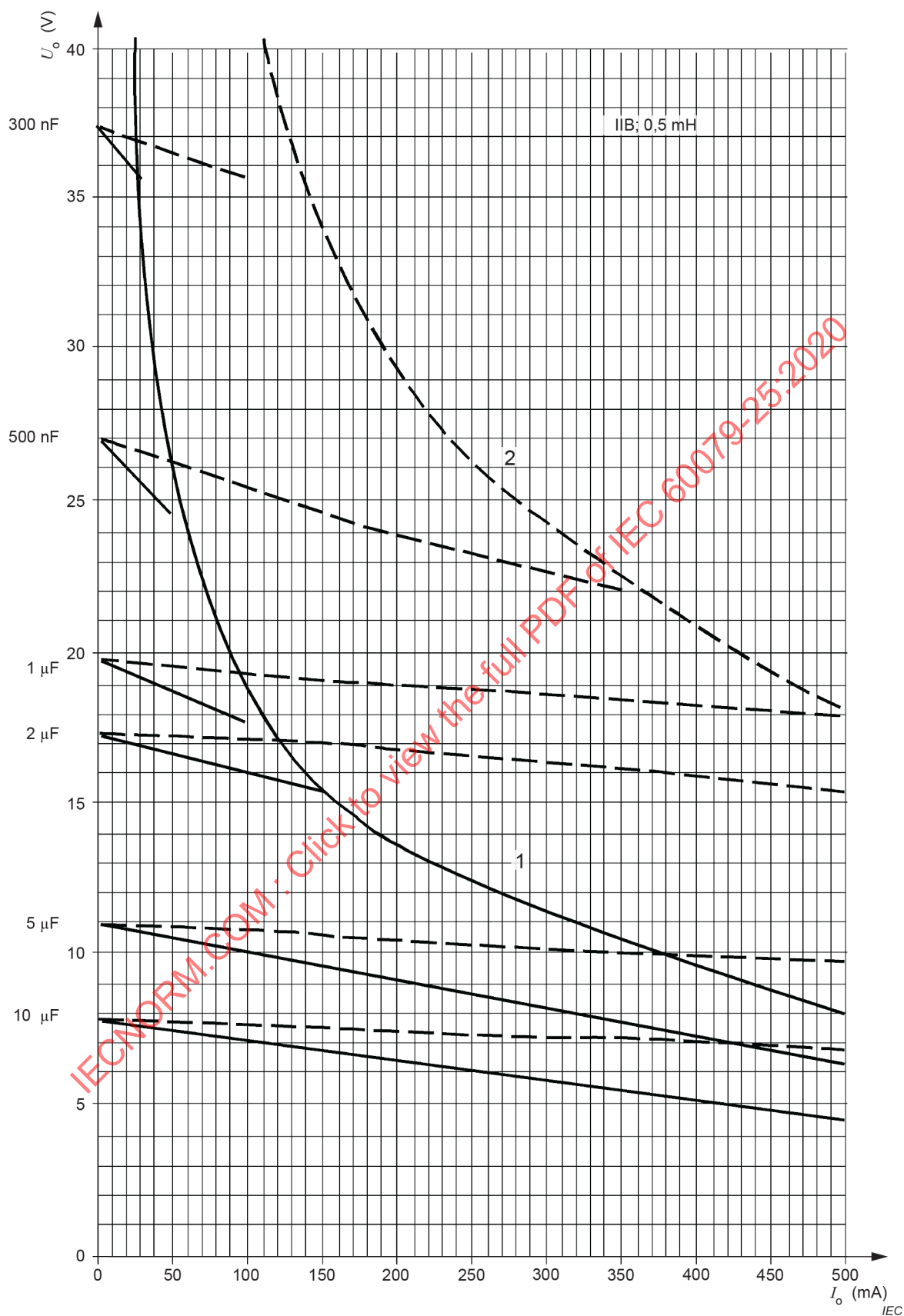
e) Diagram for 5 mH

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

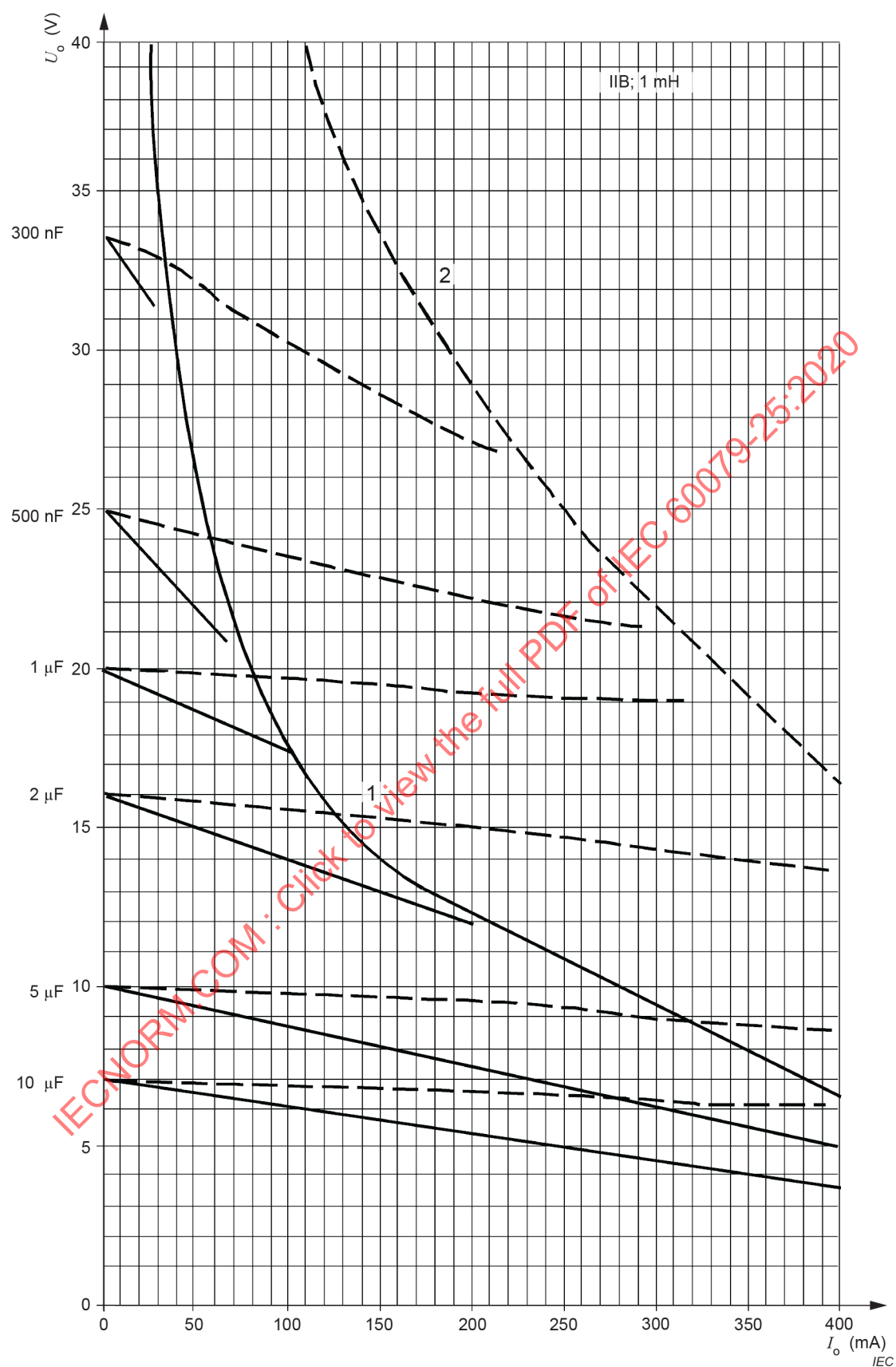
a) Diagram for 0,15 mH



Key

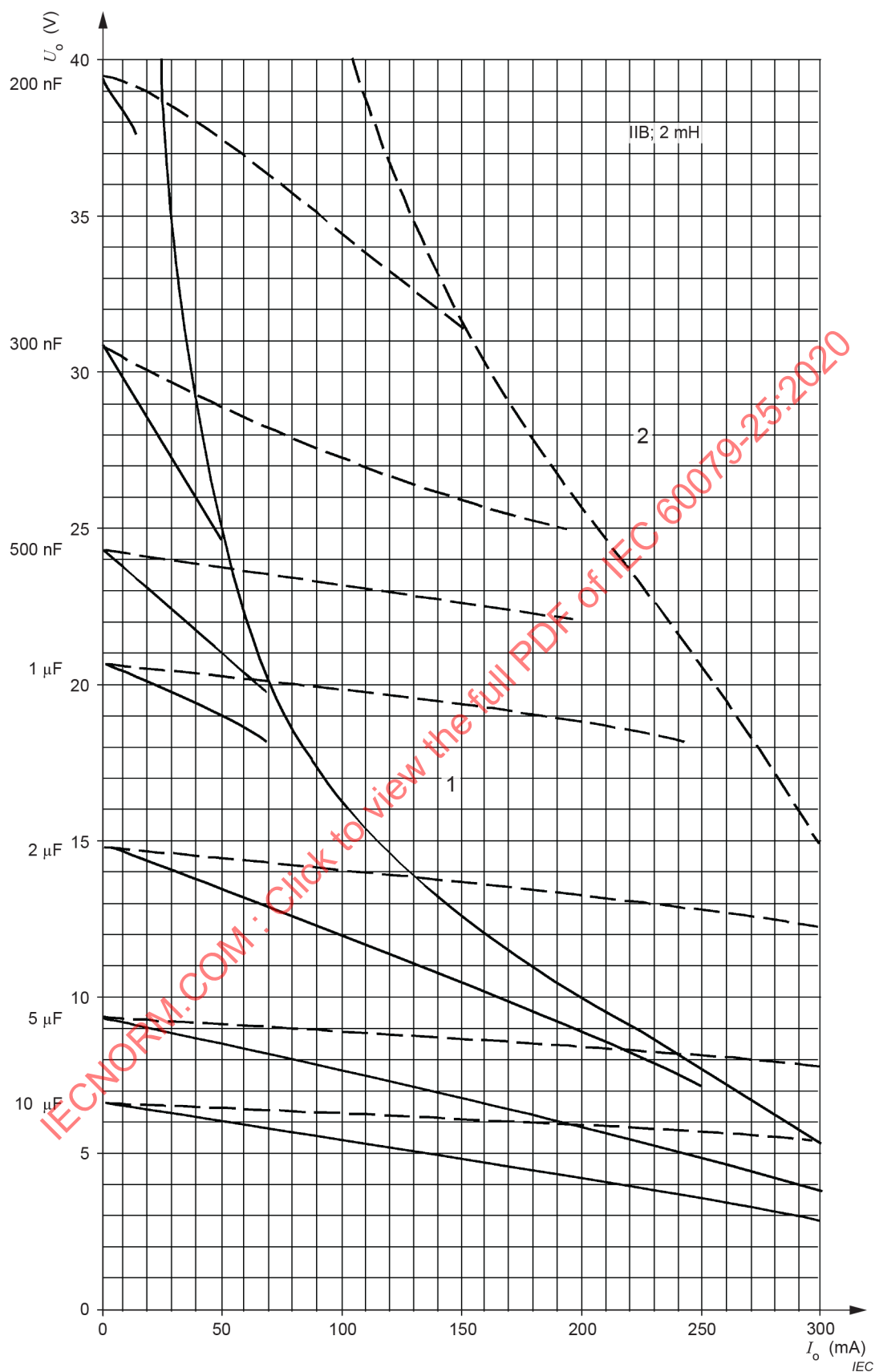
- 1 inductive limit for rectangular source
- 2 inductive limit for linear source

b) Diagram for 0,5 mH

**Key**

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

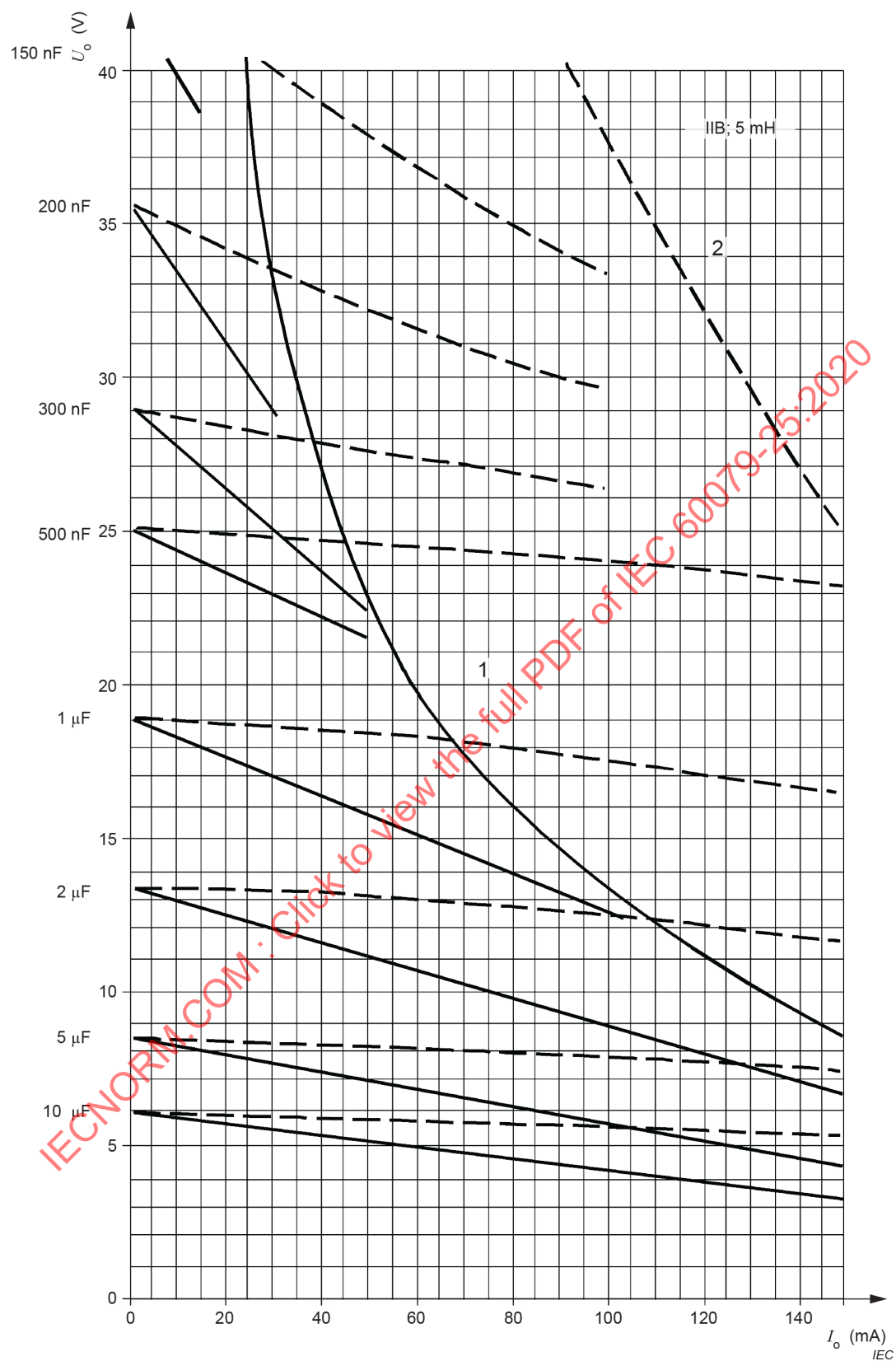
c) Diagram for 1 mH



Key

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

d) Diagram for 2 mH

**Key**

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

e) Diagram for 5 mH**Figure C.8 – Limit curve diagram for universal source characteristic – Group IIB**

Annex D (informative)

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 according to IEC 60079-11.

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

If L_i is less than L_o , then the permitted maximum inductance of the cable is the difference between the two values: $L_o - L_i$ and the system will be 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 equipment 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 acceptability of the system cannot be demonstrated by the above methods, a more extensive analysis shall 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 $(L_o - L_i)$

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 .

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

where

e is the minimum spark ignition energy in microjoules [μJ], and is for

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

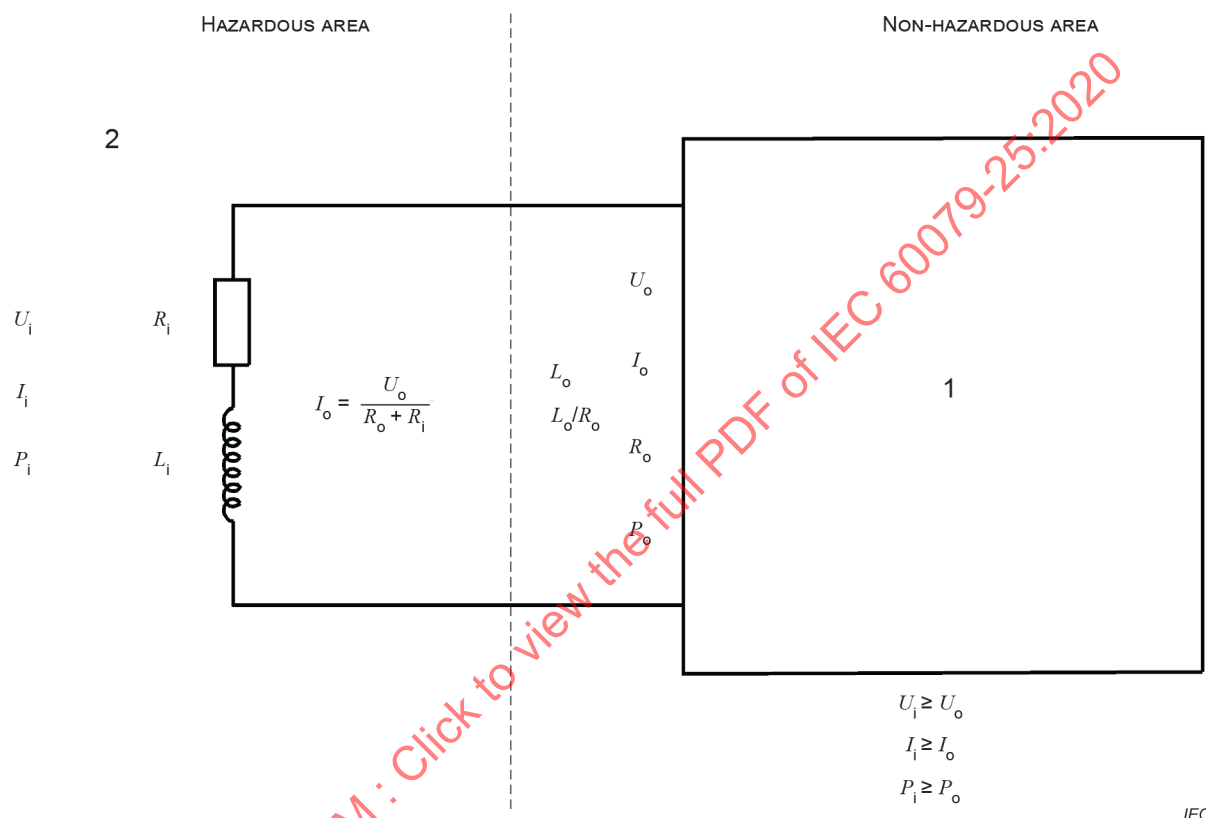
R is the total circuit resistance ($R_o + R_i$), in ohms [Ω];

U_o is the maximum open circuit voltage, in volts [V];

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

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 power source.

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.



Key

- 1 associated apparatus
- 2 parameters of inductance

Figure D.1 – Typical inductive circuit

Annex E (informative)

Example format for a descriptive system document

This annex is intended to illustrate the information that is considered desirable in preparing descriptive system drawings as shown in Figure E.1. 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 it illustrates almost all facets of system design. The majority of applications are much simpler than this and comprise a single transmitter and interface.

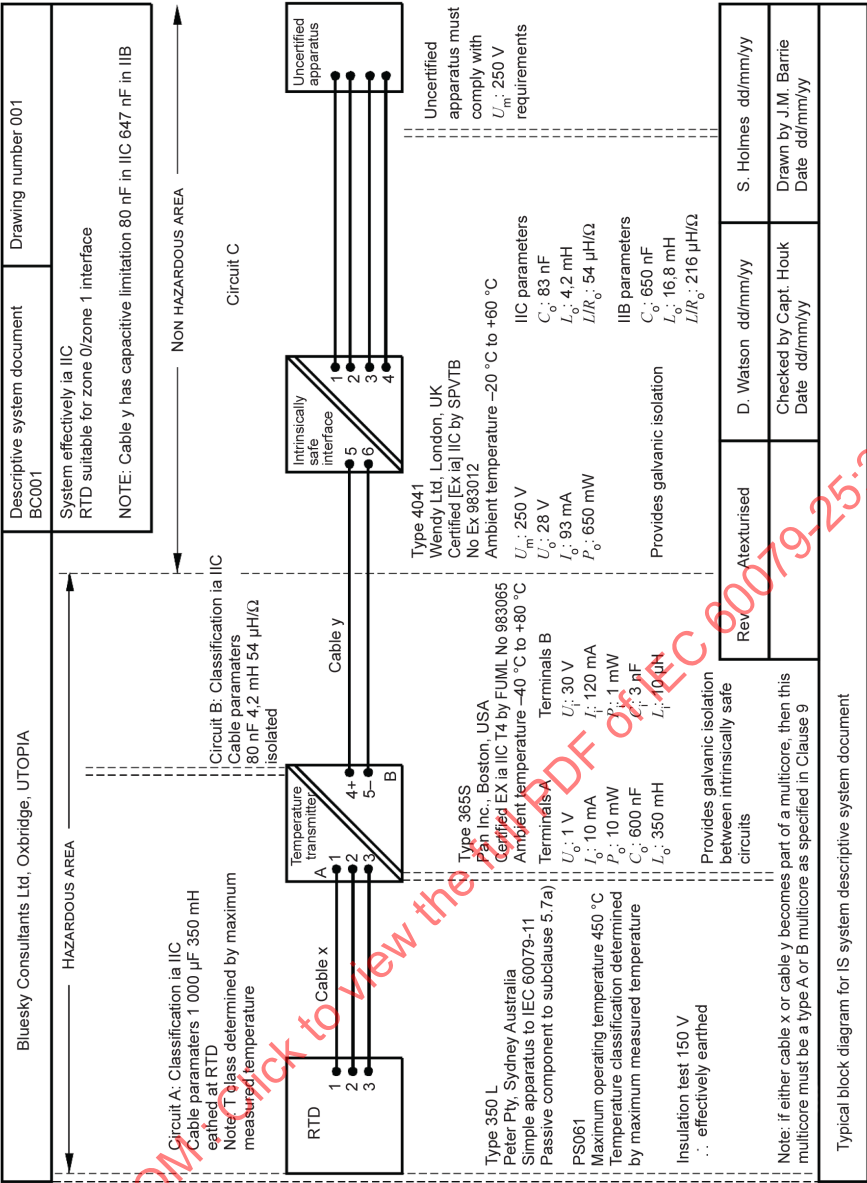
The block diagram contains all the information necessary to confirm the status of the system, and to make possible the analysis described in Annex A and Annex B. The note on the RTD confirms that it is simple apparatus and that its temperature classification is determined by the local process temperature. 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 temperature transmitter has been evaluated 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 for Cable y (Figure E.1), 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 (Group IIC), 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.

An 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.



IEC

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

Annex F (informative)

Use of simple apparatus in systems

F.1 General

The intrinsic safety apparatus standard (IEC 60079-11) distinguishes between a complex apparatus, which normally requires some form of evaluation to IEC 60079-11, and simple apparatus. The intention is to permit the use of apparatus which does not significantly affect the intrinsic safety of a system without the need for a complex evaluation. 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.

The intrinsic safety apparatus standard (IEC 60079-11) imposes limits of 1,5 V, 100 mA and 25 mW on the intrinsic safety 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 intrinsic safety apparatus standard (IEC 60079-11) 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 power source 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 power source then the permitted output parameters should be halved as explained in Annex A.

It is also necessary to assign a temperature classification to 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 disulphide (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 local 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 should 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 connection on to the system and the system design should take this into account.

F.2 Use of apparatus with ‘simple apparatus’

The other common use for the simple apparatus clause is to permit the use of apparatus evaluated as intrinsically safe with assigned output parameters within the limits specified for 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

Annex G (normative)

FISCO systems

G.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 intrinsic safety parameters of this standard can be marked 'Suitable for FISCO systems'. This apparatus might be accepted in a FISCO system, if the comparison of the intrinsic safety parameters U_o, I_o, P_o with U_i, I_i, P_i , 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 G.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 could enter Zone 0 locations if specifically permitted to do so by the documentation.

G.2 System requirements

G.2.1 General

A system is usually of the form illustrated in Figure G.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 III.

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

Where multi-circuit cables are used, these should be Type A or Type B cables.

Where a system comprises:

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

all complying with the requirements of this document 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 shall 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 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 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 μH 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.

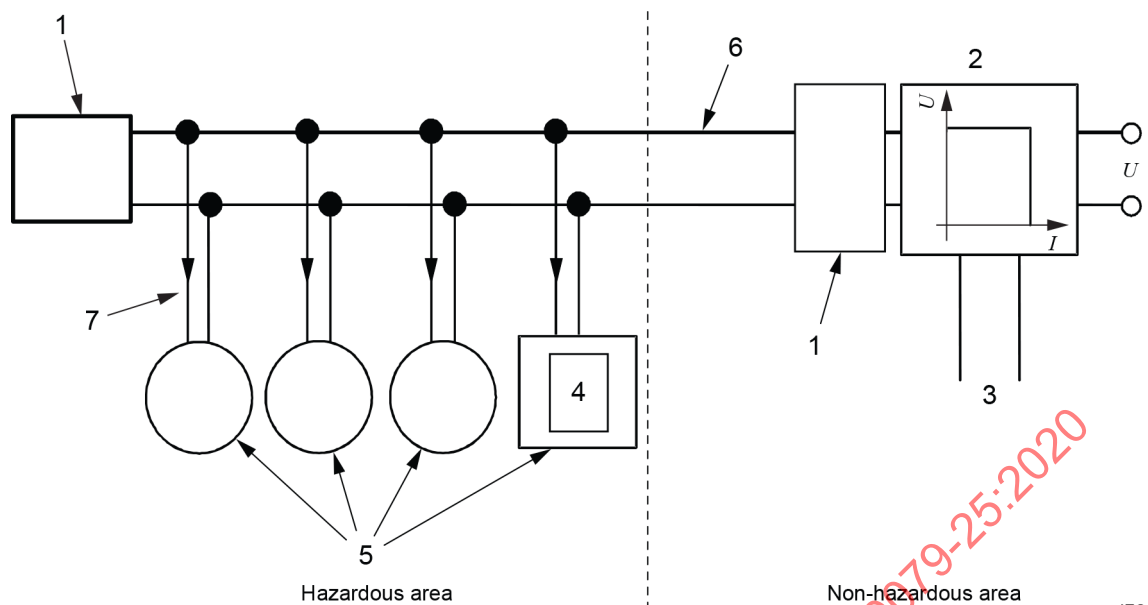
For Group II systems the equipment Group of the power supply determines the equipment Group of the system.

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.

G.3 Additional requirements of “ic” FISCO systems

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 μH and 5 nF respectively.

Where, intrinsically safe 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.



Key

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

Figure G.1 – Typical system

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

Bibliography

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
1 Domaine d'application	66
2 Références normatives	66
3 Termes et définitions	66
4 Document descriptif du système	68
5 Regroupement et classement en température	68
6 Niveaux de protection	68
6.1 Généralités	68
6.2 Niveau de protection "ia"	69
6.3 Niveau de protection "ib"	69
6.4 Niveau de protection "ic"	69
7 Circuits de non-sécurité intrinsèque	69
8 Câbles/câblage d'interconnexion utilisés dans un système de sécurité intrinsèque	69
8.1 Généralités	69
8.2 Câbles comportant un circuit de sécurité intrinsèque unique	69
8.3 Câbles comportant au moins deux circuits de sécurité intrinsèque	70
9 Exigences relatives aux câbles à circuit unique et à circuits multiples	70
9.1 Généralités	70
9.2 Rigidité diélectrique	70
9.2.1 Câbles comportant un circuit de sécurité intrinsèque unique	70
9.2.2 Câbles comportant au moins deux circuits de sécurité intrinsèque	70
9.3 Paramètres de sécurité intrinsèque des câbles	71
9.4 Ecrans conducteurs	71
9.5 Types de câbles à circuits multiples	71
9.5.1 Généralités	71
9.5.2 Câble de type A	71
9.5.3 Câble de type B	71
9.5.4 Câble de type C	71
10 Enveloppes	72
11 Mise à la terre et liaison équipotentielle des systèmes de sécurité intrinsèque	72
12 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque	72
12.1 Généralités	72
12.2 Systèmes comprenant uniquement des matériels certifiés conformément à l'IEC 60079-11	73
12.3 Systèmes comprenant des matériels non évalués séparément conformément à l'IEC 60079-11	73
12.4 Systèmes comprenant une source de puissance unique	73
12.5 Systèmes comprenant au moins deux sources de puissance	73
12.5.1 Généralités	73
12.5.2 Systèmes comprenant des sources de puissance linéaires et non linéaires	74
12.6 Matériel simple	75
12.7 Evaluation de la capacité, de l'inductance et du rapport L/R du câble	75
12.7.1 Généralités	75
12.7.2 Paramètres non spécifiés	76
12.7.3 Réglages des paramètres de sortie pour le niveau de protection	76

12.7.4	Effet de la capacité et de l'inductance localisées combinées	76
12.7.5	Détermination de L/R.....	76
12.8	Défauts des câbles à circuits multiples.....	77
12.9	Vérifications et essais de type.....	77
13	Systèmes prédéfinis	77
Annexe A (informative) Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque simple		78
Annexe B (informative) Evaluation des circuits comportant au moins deux sources de puissance		80
Annexe C (informative) Interconnexion de circuits de sécurité intrinsèque linéaires et non linéaires		84
C.1	Généralités	84
C.2	Evaluation des caractéristiques de sortie des sources de puissance	84
C.3	Evaluation des possibilités d'interconnexion et des caractéristiques de sortie résultantes	87
C.4	Détermination de la sécurité intrinsèque et utilisation de graphes	90
C.5	Vérification selon l'IEC 60079-11	92
C.6	Démonstration de la procédure	92
C.7	Courbes de limite pour la caractéristique de source universelle	97
Annexe D (informative) Vérification des paramètres inductifs		108
Annexe E (informative) Exemple de format pour un document descriptif du système.....		110
Annexe F (informative) Utilisation de matériels simples dans les systèmes		112
F.1	Généralités	112
F.2	Utilisation de matériels comme "matériel simple"	113
Annexe G (normative) Systèmes FISCO		114
G.1	Généralités	114
G.2	Exigences relatives aux systèmes.....	114
G.2.1	Généralités	114
G.3	Exigences supplémentaires relatives aux systèmes FISCO de niveau de protection "ic"	115
Bibliographie.....		117
Figure 1 – Analyse système		75
Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série.....		82
Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle		82
Figure B.3 – Sources de puissance volontairement non connectées		83
Figure C.1 – Circuit équivalent et caractéristique de sortie des circuits résistifs		85
Figure C.2 – Caractéristique de sortie et circuit équivalent d'une source avec caractéristique trapézoïdale		87
Figure C.3 – Addition en courant et/ou tension pour différentes interconnexions		90
Figure C.4 – Exemple d'interconnexion		93
Figure C.5 – Caractéristiques de somme du circuit représenté à la Figure C.4.....		95
Figure C.6 – Addition en courant et/ou tension pour l'exemple de la Figure C.4		96
Figure C.7 – Diagramme de courbes de limite pour la caractéristique de source universelle – Groupe IIC		102
Figure C.8 – Diagramme de courbes de limite pour la caractéristique de source universelle – Groupe IIB		107
Figure D.1 – Circuit inductif type		109

Figure E.1 – Schéma fonctionnel type du document descriptif d'un système de sécurité intrinsèque.....	111
Figure G.1 – Système type.....	116
Tableau A.1 – Analyse de systèmes simples.....	79
Tableau C.1 – Paramètres nécessaires à la description de la caractéristique de sortie	85
Tableau C.2 – Affectation des diagrammes aux groupes d'appareils et aux inductances	91

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60079-25 a été établie par le sous-comité 31G: Matériels à sécurité intrinsèque, du comité d'études 31 de l'IEC: Equipements pour atmosphères explosives.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010 et constitue une révision technique.

L'importance des modifications entre l'IEC 60079-25, Edition 2 (2010) et l'IEC 60079-25, Edition 3 (2019) est indiquée ci-dessous:

		Type		
Modification	Article/ paragraphe	Modification mineure ou rédactionnelle	Extension	Modification technique majeure
Références aux "systèmes électriques" modifiées en "systèmes" et note ajoutée indiquant que les exigences d'installation pour le Groupe I sont prises en compte.	1	X		
Références normatives mises à jour pour supprimer les références périmées ou non mentionnées dans le corps de la norme.	2	X		
Référence à IEC Electropedia et à ISO Online Browsing platform ajoutée, abréviations supprimées du titre. Définition de "concepteur du système" supprimée, définitions de "système électrique de sécurité intrinsèque certifié" et de "système électrique de sécurité intrinsèque non certifié" supprimées.	3	X		
"système électrique de sécurité intrinsèque" modifié en "système de sécurité intrinsèque".	3.1	X		
Définition de "câble à circuits multiples" ajoutée.	3.2	X		
"maximale" modifié en "totale" dans les définitions de capacité maximale du câble et d'inductance du câble.	3.4, 3.5	X		
"maximal" supprimé dans la définition du rapport de l'inductance à la résistance du câble.	3.6	X		
FISCO déplacé dans les définitions depuis les abréviations.	3.9	X		
Exigence pour le concepteur du système de signer et de dater le document supprimée, modifications rédactionnelles pour plus de clarté effectuées et référence à l'Annexe E effectuée pour représenter des documents descriptifs du système typiques.	4	X		
Titre de l'article modifié en "Regroupement et classement en température", plage de températures ambiantes ajoutée aux éléments à inclure dans le document du système, reformulé pour plus de clarté.	5		X	
Notes déplacées et reformulées dans les paragraphes.	6.1, 6.2, 6.3, 6.4	X		
"Température ambiante nominale" modifié et déplacé à l'Article 5, et nouvel article renommé "Circuits de non-sécurité intrinsèque".	7		X	
Article réorganisé en paragraphes et certaines reformulations effectuées pour plus de clarté.	8	X		
Titre modifié en "Exigences relatives aux câbles à circuit unique et à circuits multiples".	9	X		
Exigence relative à l'épaisseur de l'isolant déplacée dans ce paragraphe, elle s'applique désormais à tous les câbles.	9.1		X	
Titre modifié en "Rigidité diélectrique" et exigences consolidées pour les câbles à circuit unique et à circuits multiples. Exigence relative aux essais diélectriques modifiée à une valeur correspondant au double de la tension du circuit, avec un minimum de 500 V en courant alternatif	9.2		X	
Exigences relatives aux essais de rigidité diélectrique pour les câbles à circuit unique consolidées ici.	9.2.1	X		
Exigences relatives aux essais de rigidité diélectrique pour les câbles à circuits multiples consolidées ici.	9.2.2	X		

		Type		
Modification	Article/ paragraphe	Modification mineure ou rédactionnelle	Extension	Modification technique majeure
Les câbles à circuits multiples ne doivent pas être utilisés pour les circuits de sécurité intrinsèque dont la tension est supérieure à 90 V.	9.2.2			C1
Titre modifié en "Paramètres de sécurité intrinsèque des câbles".	9.3	X		
Titre modifié en "Enveloppes".	10	X		
La plus grande partie de l'ancien Article 12 déplacée dans l'IEC 60079-14.	11			C2
Cet article correspond à l'Article 13 de l'édition précédente, et a été entièrement remanié pour en faciliter la lecture et en améliorer la clarté.	12	X		
Paragraphe "Généralités" réécrit sous forme de liste pour en faciliter la compréhension, analyses des alimentations simples et multiples déplacées respectivement en 12.4 et 12.5.	12.1		X	
Paragraphe ajouté pour clarifier les applications de défaut dans les ensembles de matériels certifiés.	12.2		X	
Paragraphe ajouté pour fournir des recommandations relatives à la manière de traiter les éléments non certifiés dans les grands ensembles.	12.3		X	
Analyse des informations provenant d'une source de puissance unique consolidée ici et développée.	12.4		X	
Analyse des informations provenant de sources de puissance multiples consolidée dans ce paragraphe, informations ajoutées pour plus de clarté.	12.5		X	
Exemple d'analyse de circuit supprimé dans le texte pour le matériel simple, la nouvelle Annexe F a été ajoutée avec plus d'informations.	12.6	X		
Section ajoutée pour fournir plus d'informations sur la détermination de la capacité, de l'inductance et du rapport L/R qui ont été déplacées de l'Annexe A.	12.7		X	
Exigences pour les câbles des types A, B et C reformulées pour plus de clarté.	12.8	X		
Informations sur l'évaluation de la capacité et de l'inductance déplacées vers 12.7.	Annexe A	X		
Annexe normative modifiée en annexe informative.	Annexe B	X		
Annexe réorganisée et réécrite pour plus de clarté.	Annexe C	X		
Annexe mise à jour pour plus de clarté.	Annexe E	X		
Ancienne Annexe F sur la protection contre les surtensions supprimée.	Annexe F			C3
Annexe G sur l'essai des paramètres de câbles de l'édition précédente supprimée de la présente édition. L'Annexe G traite désormais les systèmes FISCO.	Annexe G	X		

NOTE Les modifications techniques désignées incluent l'importance des modifications techniques apportées dans la version révisée de la norme IEC, mais il ne s'agit pas d'une liste exhaustive de toutes les modifications apportées à la version précédente. Des recommandations supplémentaires peuvent être consultées dans la version Redline de la norme.

Explications:**A) Définitions**

Modification mineure ou rédactionnelle clarification
réduction des exigences techniques
modification technique mineure
corrections rédactionnelles

Ces modifications portent sur les exigences et sont de nature rédactionnelle ou technique mineure. Elles comprennent des modifications de formulation destinées à clarifier les exigences techniques sans apporter de modification technique ni réduire le niveau actuel de l'exigence.

Extension ajout d'options techniques

Ces modifications ajoutent de nouvelles exigences techniques ou modifient les exigences techniques existantes, de manière à fournir de nouvelles options sans toutefois augmenter les niveaux d'exigences pour tout matériel qui était totalement conforme à la norme précédente. Par conséquent, ces modifications n'ont pas à être prises en compte dans le cas de produits conformes à l'édition précédente.

Modifications techniques majeures ajout d'exigences techniques
augmentation d'exigences techniques

Ces modifications sont apportées aux exigences techniques (ajout, augmentation du niveau ou suppression) de telle manière qu'un produit conforme à l'édition précédente ne peut pas toujours satisfaire aux exigences indiquées dans la dernière édition. Ces modifications sont à prendre en compte pour les produits conformes à l'édition précédente. Des informations supplémentaires relatives à ces modifications sont données à l'alinéa B) ci-dessous.

NOTE Ces modifications représentent les connaissances technologiques actuelles. Toutefois, il convient qu'elles n'aient aucune influence sur le matériel déjà présent sur le marché.

B) Informations relatives aux origines des "Modifications techniques majeures"

B1 – Une limite de 90 V a été ajoutée pour les systèmes à circuits multiples, car à ce niveau de tension, un essai de rigidité diélectrique d'au moins 500 V en courant alternatif ou 700 V en courant continu est normalement utilisé pour valider l'isolation.

B2 – La majorité des exigences relatives à la mise à la terre et à la liaison équipotentielle ont été supprimées et déplacées vers l'IEC 60079-14 et les exigences relatives à la protection contre les surtensions qui se trouvaient dans l'ancien Article 12 ont été ajoutées dans l'Article 11. Le reste de l'ancien Article 12 a également été supprimé et déplacé vers l'IEC 60079-14.

B3 – L'ancienne Annexe F sur la protection contre les surtensions a été supprimée et déplacée vers l'IEC 60079-14. L'Annexe F traite désormais des matériels simples, ce qui correspondait à l'Annexe H dans l'édition précédente.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31G/318/FDIS	31G/321/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60079, publiées sous le titre général *Equipements pour atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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.

Le contenu du corrigendum d'octobre 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-25:2020

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079 contient les exigences spécifiques de conception, de construction et d'évaluation des systèmes 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 matériel Ex 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 fabricant, un consultant spécialisé ou un membre du personnel de l'utilisateur final.

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

Les exigences d'installation pour les systèmes du Groupe II ou du Groupe III conçus conformément à la présente norme sont spécifiées dans l'IEC 60079-14.

NOTE 2 Les exigences d'installation du Groupe I ne figurent actuellement pas dans l'IEC 60079-14. Les exigences d'installation pour le Groupe I sont prises en compte.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60079-0, *Atmosphères explosives - Partie 0: Matériel - Exigences générales*

IEC 60079-11, *Atmosphères explosives - Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

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

IEC 61158-2, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants, spécifiques aux systèmes de sécurité intrinsèque, s'appliquent. Ils complètent les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0 et l'IEC 60079-11.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1**système de sécurité intrinsèque**

assemblage d'éléments interconnectés de matériel, 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

3.2**câble à circuits multiples**

câble multiconducteur comportant au moins deux circuits de sécurité intrinsèque

3.3**document descriptif du système**

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

3.4**capacité totale du câble**

C_c

capacité totale du câble d'interconnexion qui peut être raccordé à un circuit de sécurité intrinsèque

3.5**inductance totale du câble**

L_c

inductance totale du câble d'interconnexion qui peut être raccordé à un circuit de sécurité intrinsèque

3.6**rapport 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

3.7**source de puissance 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

3.8**source de puissance non linéaire**

source de puissance pour laquelle la tension de sortie et le courant de sortie ont une relation non linéaire

Note 1 à l'article: Par exemple, une alimentation avec une tension de sortie constante pouvant atteindre un courant limite constant régulé par des semiconducteurs.

3.9**FISCO****concept de bus de terrain de sécurité intrinsèque**

architecture de système de sécurité intrinsèque alimentée par le bus et conçue conformément à des exigences spécifiques

Note 1 à l'article: Les exigences sont spécifiées dans l'IEC 61158-2, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 2: Spécification et définition des services de la couche physique*.

Note 2 à l'article: L'abréviation "FISCO" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Fieldbus Intrinsically Safe COncept".

4 Document descriptif du système

Un document descriptif du système doit être établi pour tous les systèmes de sécurité intrinsèque. Le document descriptif du système doit inclure la justification technique de la combinaison du matériel et doit inclure au minimum les éléments suivants:

- a) un diagramme fonctionnel du système répertoriant tous les matériels du système, y compris les matériels simples et le câblage d'interconnexion;
- b) une indication de la subdivision du groupe de matériels (pour les Groupes de matériels II et III), le niveau de protection et le niveau de protection de l'appareil (EPL, Equipment Protection Level) pour chaque partie du système, le classement en température et la température ambiante nominale conformément aux Articles 5 et 6;
- c) les exigences et les paramètres admis du câblage d'interconnexion conformément à l'Article 8;
- d) les détails des points de mise à la terre et de liaison équipotentielle dont dépend la sécurité intrinsèque;
- e) le cas échéant, la confirmation du matériel comme matériel simple conformément à l'IEC 60079-11;
- f) le résultat de l'évaluation de système de sécurité intrinsèque conformément à l'Article 12; et
- g) une identification unique du document.

Les exigences énoncées dans les Articles 5 à 12 doivent être utilisées pour déterminer le contenu du document descriptif du système.

NOTE Le document descriptif du système n'est pas le schéma de contrôle cité dans l'IEC 60079-11.

L'Annexe E représente un exemple de schéma type illustrant les exigences du document descriptif du système.

5 Regroupement et classement en température

Les parties de systèmes de sécurité intrinsèque destinées à être utilisées dans une atmosphère explosive doivent être regroupées selon les exigences de groupement d'appareils de l'IEC 60079-0, et doivent se voir assigner une classe de température ou une température maximale de surface conformément aux exigences de température de l'IEC 60079-0 et de l'IEC 60079-11.

Les matériels associés non destinés à être utilisés dans une atmosphère explosive doivent être regroupés selon les exigences de groupement d'appareils de l'IEC 60079-0.

Lorsque le système de sécurité intrinsèque ou les parties du système de sécurité intrinsèque sont spécifiés comme pouvant fonctionner hors de la plage normale de températures ambiantes allant de -20 °C à $+40\text{ °C}$, cela doit être spécifié dans le document descriptif du système.

NOTE Différentes parties du même système de sécurité intrinsèque peuvent appartenir à des groupes différents. Le matériel utilisé peut avoir différentes classes de température et différentes températures ambiantes nominales.

6 Niveaux de protection

6.1 Généralités

Chaque partie d'un système de sécurité intrinsèque destinée à être utilisée dans une atmosphère explosive doit avoir un niveau de protection "ia", "ib" ou "ic" conformément à l'IEC 60079-11 et un EPL conformément à l'IEC 60079-0. Les différentes parties du système peuvent avoir un niveau de protection ou un EPL différent.

NOTE Pour les applications du Groupe I, un système de sécurité intrinsèque peut relever du niveau de protection "ib" en fonctionnement normal avec une source de puissance externe; mais en cas d'interruption de l'alimentation dans des conditions de sécurité définies (par exemple dysfonctionnement de l'aération), le système peut devenir "ia" avec une alimentation par batterie de secours. Le niveau de protection est clairement défini pour les situations prévues.

6.2 Niveau de protection "ia"

Lorsque les exigences applicables à un matériel du niveau de protection "ia" (voir IEC 60079-11) sont satisfaites au moyen d'un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie de système doit avoir un niveau de protection assigné "ia".

6.3 Niveau de protection "ib"

Lorsque les exigences applicables à un matériel du niveau de protection "ib" (voir IEC 60079-11) sont satisfaites au moyen d'un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie de système doit avoir un niveau de protection assigné "ib".

EXEMPLE Un système d'instrumentation du niveau de protection "ia" alimenté par l'intermédiaire d'un matériel associé "ib" est considéré comme un système du niveau de protection "ib", ou bien un système d'instrumentation du niveau de protection "ib" alimenté par l'intermédiaire d'un matériel associé "ia" est aussi considéré comme un système du niveau de protection "ib".

6.4 Niveau de protection "ic"

Lorsque les exigences applicables à un matériel du niveau de protection "ic" (voir IEC 60079-11) sont satisfaites au moyen d'un système de sécurité intrinsèque ou une partie d'un système considérée comme une entité, ce système ou cette partie de système doit avoir un niveau de protection assigné "ic".

EXEMPLE Un système d'instrumentation du niveau de protection "ia" alimenté par l'intermédiaire d'un matériel associé "ic" est considéré comme un système du niveau de protection "ic", ou bien un système d'instrumentation du niveau de protection "ic" alimenté par l'intermédiaire d'un matériel associé "ia" est aussi considéré comme un système du niveau de protection "ic".

7 Circuits de non-sécurité intrinsèque

Le document descriptif du système doit définir les limitations de connexion des circuits aux bornes de non-sécurité intrinsèque du matériel associé, telles que la ou les valeurs de U_m .

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

8.1 Généralités

Les paramètres de sécurité intrinsèque du câblage d'interconnexion dont dépend la sécurité intrinsèque, ainsi que leur dérivation, doivent être spécifiés dans le document descriptif du système. Si un type particulier de câblage est spécifié, la justification de son utilisation doit être incluse dans la documentation.

Les câbles destinés au câblage d'interconnexion doivent satisfaire aux exigences pertinentes de l'Article 9.

Les défauts de câble doivent être évalués conformément aux exigences de 12.8.

8.2 Câbles comportant un circuit de sécurité intrinsèque unique

Les câbles comportant un circuit de sécurité intrinsèque unique doivent satisfaire aux exigences de 9.1, de 9.2.1, de 9.3 et, le cas échéant, de 9.4.

8.3 Câbles comportant au moins deux circuits de sécurité intrinsèque

Le document descriptif du système doit spécifier les types de câbles à circuits multiples admis, conformément à l'Article 9, s'ils sont utilisés pour des circuits particuliers. Dans le cas particulier où il n'a pas été tenu compte des défauts entre des circuits séparés, une note indiquant: "Lorsque le câble d'interconnexion utilise une partie d'un câble à circuits multiples comportant d'autres circuits de sécurité intrinsèque, le câble à circuits multiples doit être conforme aux exigences d'un câble à circuits multiples de Type A ou B tel que spécifié dans l'IEC 60079-14", doit être incluse dans le schéma fonctionnel du document descriptif du système.

Un câble à circuits multiples contenant des circuits classés comme niveau de protection "ia", "ib" ou "ic" ne doit pas contenir de circuits de non-sécurité intrinsèque.

Si des circuits ayant un niveau de protection "ia", "ib" ou "ic" fonctionnent ensemble dans un câble de Type A ou de Type B comme spécifié en 9.5.2 et en 9.5.3, chaque circuit conserve son niveau de protection et son groupement d'appareils.

Si des circuits ayant un niveau de protection "ia", "ib" ou "ic" fonctionnent ensemble dans un câble de Type C comme spécifié en 9.5.4, la combinaison de circuits doit être évaluée conformément à 12.8 pour déterminer le niveau de protection, l'EPL et le groupement d'appareils applicable.

NOTE L'évaluation conformément à 12.8 peut déterminer que la combinaison n'est plus de sécurité intrinsèque.

9 Exigences relatives aux câbles à circuit unique et à circuits multiples

9.1 Généralités

Si le câble est spécifié comme faisant partie du système:

- les conducteurs individuels ou les torons des conducteurs à torons multiples situés à l'emplacement dangereux doivent avoir un diamètre d'au moins 0,1 mm; et
- l'épaisseur radiale de l'isolation de chaque conducteur du câble à circuits multiples doit être adaptée au diamètre du conducteur et à la nature de l'isolation, avec une épaisseur minimale de 0,2 mm.

NOTE Le présent article n'a pas pour vocation de prévenir l'utilisation de conducteurs nus qui sont destinés à être pontés dans un système de signalisation. Lesdits conducteurs sont considérés comme des matériels simples et non comme des câblages d'interconnexion.

9.2 Rigidité diélectrique

9.2.1 Câbles comportant un circuit de sécurité intrinsèque unique

L'isolation des câbles utilisés pour les circuits de sécurité intrinsèque doit pouvoir résister à un essai de rigidité diélectrique avec le double de la tension du circuit de sécurité intrinsèque ou $500 V_{\text{eff}}$ (ou 700 V en courant continu), la valeur la plus élevée étant retenue.

9.2.2 Câbles comportant au moins deux circuits de sécurité intrinsèque

Les câbles à circuits multiples ne doivent pas être utilisés pour les circuits de sécurité intrinsèque dont la tension est supérieure à 90 V.

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

- a) $500 V_{\text{eff}}$ ou 700 V en courant continu appliqués entre toute armure et/ou tous les écrans reliés entre eux et tous les conducteurs reliés entre eux; et

- b) 1 000 V_{eff} ou 1 400 V en courant continu appliqués entre un faisceau comprenant une moitié des conducteurs reliés entre eux et un faisceau comprenant l'autre moitié des conducteurs reliés entre eux. Cet essai ne s'applique pas aux câbles à circuits multiples avec écrans conducteurs pour circuits individuels.

Si les informations du fabricant du câble ne sont pas disponibles, l'essai de rigidité diélectrique doit être effectué conformément à une norme de câble appropriée ou à des essais de rigidité diélectrique de l'IEC 60079-11.

NOTE La vérification de la conformité à la spécification du fabricant du câble ne constitue pas une exigence de la présente norme.

9.3 Paramètres de sécurité intrinsèque des câbles

Les paramètres de sécurité intrinsèque (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 l'un des points suivants:

- a) les paramètres de sécurité intrinsèque les plus contraignants fournis par le fabricant des câbles;
- b) les paramètres de sécurité intrinsèque déterminés par mesure d'un échantillon, à l'aide de la méthode d'essai des paramètres de sécurité intrinsèque des câbles donnée dans l'IEC 60079-14;
- c) lorsque l'interconnexion comporte deux ou trois conducteurs d'un câble de construction classique (avec ou sans écran), les valeurs suivantes peuvent être utilisées: 200 pF/m et 1 $\mu\text{H}/\text{m}$ ou un rapport inductance/résistance (L_c/R_c calculé en divisant 1 μH par la résistance de boucle par mètre, spécifiée par le fabricant. Sinon, un rapport L/R de 30 $\mu\text{H}/\Omega$ peut être utilisé pour les courants jusqu'à $I_o = 3 \text{ A}$.

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

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'écran doit assurer une couverture d'au moins 60 % de la longueur totale du câble.

9.5 Types de câbles à circuits multiples

9.5.1 Généralités

Les câbles à circuits multiples doivent être identifiés en Type A, Type B ou Type 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, en 9.5.3 et en 9.5.4.

9.5.2 Câble de type A

Câble à circuits multiples 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 à circuits multiples qui est fixé et protégé contre tout endommagement par l'installation et qui ne contient aucun circuit ayant une tension maximale U_o supérieure à 60 V.

9.5.4 Câble de type C

Câble à circuits multiples qui n'est pas du Type A ni du Type B.

10 Enveloppes

Les enveloppes utilisées pour le raccordement de circuits de sécurité intrinsèque distincts, tels que les boîtiers de connexion, doivent fournir des séparations pour les éléments de raccordement externes et satisfaire aux exigences applicables relatives aux enveloppes de l'IEC 60079-11.

11 Mise à la terre et liaison équipotentielle des systèmes de sécurité intrinsèque

Il convient que le document descriptif du système indique clairement le ou les points du système destinés à être mis à la terre, ainsi que les exigences spéciales relatives à ce type de liaison.

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 semiconducteurs 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, il peut se révéler nécessaire de mettre hors tension les dispositifs de limitation de surtension afin d'éviter qu'ils n'invalident la mesure effectuée.

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.

12 Evaluation d'un système de sécurité intrinsèque

12.1 Généralités

La conformité d'un système de sécurité intrinsèque doit être démontrée par l'examen des éléments suivants:

- a) l'adéquation du matériel individuel à la zone dangereuse conformément aux exigences d'installation applicables, par exemple l'IEC 60079-14;
- b) l'adéquation du matériel individuel à la plage de températures ambiantes;
- c) la comparaison des caractéristiques d'entrée et de sortie et des paramètres du matériel évalué séparément;

NOTE 1 Parfois, la sécurité du dispositif de terrain est entièrement spécifiée uniquement par l'un de ces paramètres. Dans ces circonstances, les paramètres non spécifiés ne sont pas appropriés.

- d) les paramètres de câbles du câblage d'interconnexion;
- e) les défauts propres aux câbles;
- f) l'adéquation et l'influence du matériel simple;
- g) la séparation de l'extrémité et des éléments de raccordement; et
- h) la mise à la terre et la liaison équipotentielle.

Lorsque toutes les informations nécessaires sont disponibles, il est admis d'appliquer le comptage des défauts au système dans son ensemble même en cas d'utilisation d'un matériel conforme à l'IEC 60079-11. Il s'agit là d'une solution alternative à la comparaison directe plus usuelle des caractéristiques d'entrée et de sortie du matériel certifié séparément.

Pour le câblage sur site de niveau de protection "ic", les défauts sont uniquement pris en compte lorsque des câbles de Type C sont spécifiés.

NOTE 2 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.

12.2 Systèmes comprenant uniquement des matériels certifiés conformément à l'IEC 60079-11

Lorsqu'un système comprend uniquement des matériels évalués séparément et conformes à l'IEC 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.

12.3 Systèmes comprenant des matériels non évalués séparément conformément à l'IEC 60079-11

Lorsqu'un système comprend des matériels qui n'ont pas subi une évaluation appropriée conformément à l'IEC 60079-11, ce système doit alors être analysé dans son ensemble, comme s'il s'agissait d'un matériel. Voir l'Annexe F pour plus d'informations sur le concept de matériel simple.

12.4 Systèmes comprenant une source de puissance unique

Lorsqu'un système comprend une source de puissance unique, les paramètres de sortie de cette source de puissance unique prennent alors en compte l'ouverture, le court-circuitage et la mise à la terre du câble d'interconnexion externe. Il n'est donc plus nécessaire de prendre en considération ces défauts.

Lorsque cela est spécifié, les valeurs de U_i , de I_i et de P_i de chaque matériel dans le système doivent être respectivement supérieures ou égales aux valeurs de U_o , de I_o et de P_o de l'alimentation.

NOTE L'Annexe A comporte de plus amples détails de l'analyse de ces circuits simples.

12.5 Systèmes comprenant au moins deux sources de puissance

12.5.1 Généralités

Si un système comprend au moins deux sources de puissance, il doit y avoir une évaluation dans les conditions normales et de défaut pour les sources de puissance combinées:

- a) de la tension maximale à vide, U_o ;
- b) du courant maximal de court-circuit, I_o ; et
- c) de la puissance maximale en régime permanent, P_o .

NOTE 1 Ces paramètres peuvent exiger différents jeux de conditions de défaut.

Dans l'évaluation des paramètres ci-dessus, il doit être déterminé 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.

Après l'obtention de ce qui précède, il doit y avoir une évaluation des paramètres suivants pour une connexion sûre aux sources de puissance combinées:

- i) la capacité maximale, C_o ; et soit
- ii) l'inductance maximale, L_o ; soit
- iii) le rapport de l'inductance à la résistance, L/R , maximal pour les câbles raccordés.

Toute vérification pratique fondée sur un essai doit être effectuée en utilisant l'éclateur conformément à l'IEC 60079-11, en prenant en considération le coefficient de sécurité du matériel combiné.

Les valeurs de U_i , I_i et de P_i de chaque matériel dans le système doivent être respectivement supérieures ou égales aux valeurs de U_o , I_o et de P_o , déterminées ci-dessus.

NOTE 2 L'Annexe B présente l'analyse qui serait utilisée dans les combinaisons les plus courantes de sources de puissance à courant de sortie limité, résistif et linéaire. En variante, l'IEC 60079-14 fournit une analyse simplifiée applicable aux circuits du Groupe II avec niveau de protection "ib" lorsque les sources de puissance sont des matériels associés. L'analyse peut également inclure des essais d'inflammation à l'éclateur conformément à l'IEC 60079-11.

12.5.2 Systèmes comprenant des sources de puissance linéaires et non linéaires

L'évaluation des systèmes comprenant au moins deux sources de puissance, dont une ou plusieurs sont non linéaires, doit être effectuée par une personne possédant les compétences et les connaissances appropriées concernant la conception et la sécurité des sources de puissance non linéaires de sécurité intrinsèque. Cette évaluation ne peut être réalisée uniquement sur la base de tensions à vide et de courants de court-circuit.

Les conditions particulières relatives à un système de cette nature doivent être clairement indiquées dans le document descriptif du système.

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. L'Annexe C explique comment effectuer l'analyse du système lorsque la combinaison comprend une source de puissance non linéaire unique.

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

Lorsque les sources de puissance ont des tensions de sortie différentes, toute dissipation supplémentaire au niveau des circuits de régulation doit être prise en compte.

Le rapport L_o/R_o combiné peut être déterminé expérimentalement pour les sources de puissance non linéaires en soumettant le circuit à essai avec plusieurs valeurs discrètes de L_o et de R_o en utilisant les essais d'inflammation à l'éclateur de l'IEC 60079-11, avec des valeurs de R_o s'étendant pratiquement d'un court-circuit (I_o maximum) à un circuit pratiquement ouvert (I_o proche de zéro) et une tendance établie qui assure que le rapport L_o/R_o réussit l'essai d'inflammation à l'éclateur.

NOTE 1 L'Annexe C fournit d'autres recommandations, y compris une méthode d'évaluation ne nécessitant pas d'essais d'inflammation à l'éclateur pour les systèmes ne comportant pas plus d'une source de puissance non linéaire.

Si un système alimenté par plusieurs sources de puissance comprend une seule source de puissance avec limitation de tension ou de courant régulée par des semiconducteurs et si cette source de puissance a fait l'objet d'une évaluation conformément à l'IEC 60079-11, l'évaluation des transitoires de cette source de puissance a déjà été prise en compte et il n'est donc plus exigé d'en tenir compte.

Lorsque toutes les informations nécessaires sont disponibles, il est admis qu'un système comporte au moins deux sources de puissance avec limitation de tension ou de courant régulée par des semiconducteurs. Dans ce cas, l'ensemble du système doit être évalué conformément à l'IEC 60079-11 et comme un ensemble, c'est-à-dire comme s'il s'agissait d'un seul matériel.

NOTE 2 Il n'est pas prévu que les éléments ci-dessus puissent être établis sans accès aux plans de fabrication complets pour les sources de puissance non linéaires.

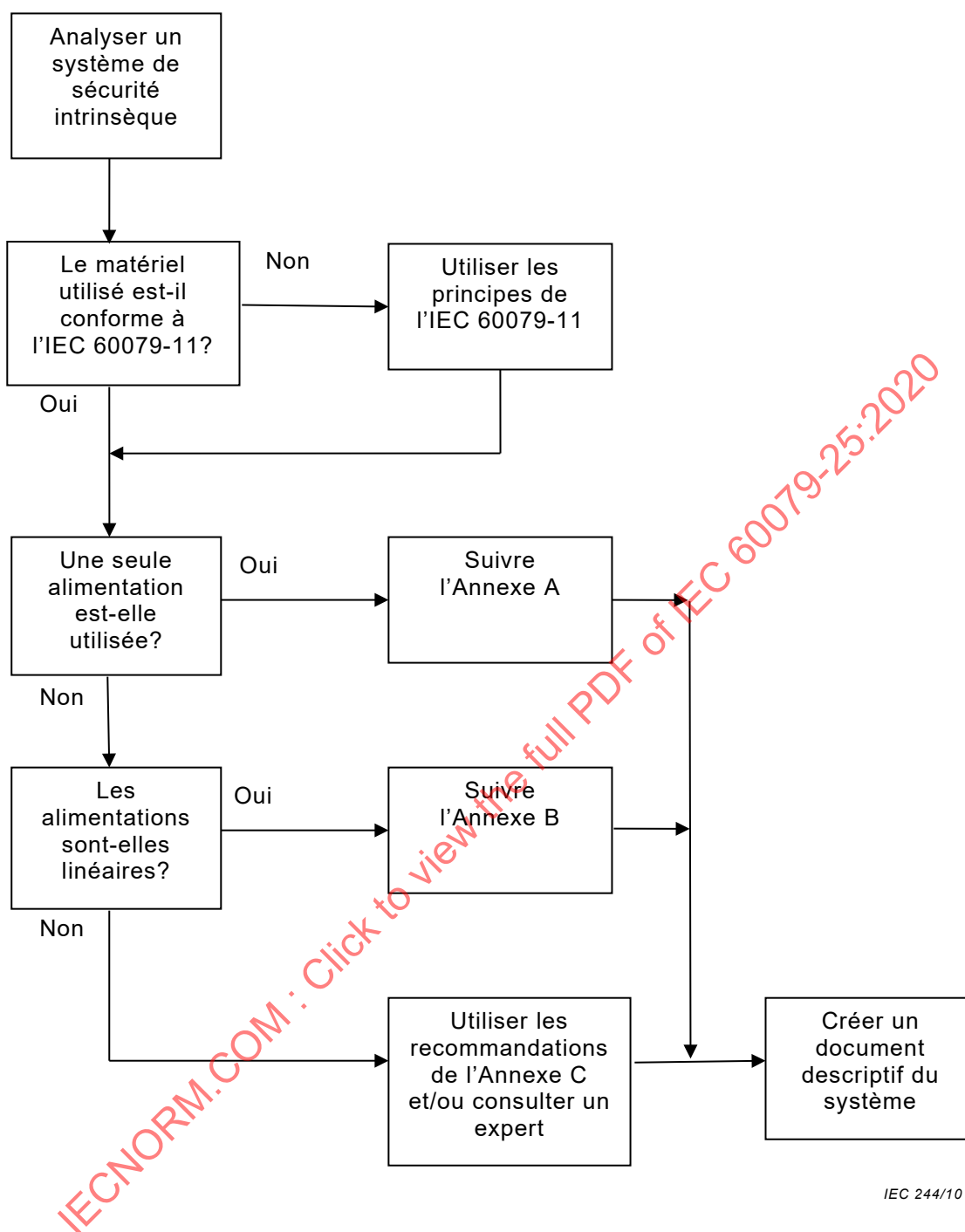


Figure 1 – Analyse système

12.6 Matériel simple

Un matériel simple utilisé dans un système de sécurité intrinsèque doit satisfaire aux exigences de matériel simple de l'IEC 60079-11 et doit être identifié dans le document descriptif du système comme un matériel simple.

12.7 Evaluation de la capacité, de l'inductance et du rapport L/R du câble

12.7.1 Généralités

La somme de toutes les valeurs de C_i et de C_c doit être inférieure ou égale à celle de C_o .

La somme de toutes les valeurs de L_i et de L_c doit être inférieure ou égale à celle de L_o . Sinon, si le rapport L_o/R_o de la source de puissance est supérieur ou égal à L_c/R_c , L_o peut être ignoré.

Il peut être nécessaire de recalculer les valeurs de C_o et de L_o conformément à 12.7.4. Il peut être nécessaire de recalculer la valeur de L_o/R_o conformément à 12.7.5.

12.7.2 Paramètres non spécifiés

Si l'indication des paramètres de sécurité intrinsèque pour un matériel n'inclut pas C_i , C_i peut être considérée égale à zéro.

Si l'indication des paramètres de sécurité intrinsèque pour un matériel n'inclut pas L_i , L_i peut être considérée égale à zéro.

12.7.3 Réglages des paramètres de sortie pour le niveau de protection

Si un matériel de niveau de protection "ia" ou "ib" est utilisé dans un système exigeant un niveau de protection "ic", le changement du coefficient de sécurité de 1,5 à 1,0 peut être appliqué prudemment en multipliant les paramètres de sortie de sécurité intrinsèque de C_o , L_o et L_o/R_o par deux.

12.7.4 Effet de la capacité et de l'inductance localisées combinées

Si le total de toutes les valeurs de C_i des matériels dépasse 1 % de la valeur de C_o du circuit et si le total de toutes les valeurs de L_i des matériels dépasse 1 % de la valeur de L_o du circuit, les valeurs de C_o et de L_o admises du circuit doivent être déterminées par l'une des méthodes suivantes.

- a) En réduisant de moitié les deux valeurs, la valeur de C_o du circuit étant en outre limitée à un maximum de 1 μ F pour les Groupes I, IIA, IIB et III, et à 600 nF pour le Groupe IIC.

Si un système est alimenté par une seule source de puissance spécifiée avec des paires de valeurs de C_o plus L_o admises, ces valeurs ne doivent pas être inférieures à la somme de toutes les valeurs de C_i plus C_c et à la somme de toutes les valeurs de L_i plus L_c dans le système.

- b) En soumettant la combinaison à des essais d'inflammation à l'éclateur conformément à l'IEC 60079-11.
- c) En utilisant les courbes données en C.7

NOTE Lorsqu'un système contient à la fois des capacités localisées et des inductances localisées, l'interaction entre ces deux éléments peut augmenter le risque d'étincelles d'inflammation. Cette préoccupation est cantonnée à une inductance et une capacité fixes, et ne concerne pas les paramètres de câble répartis.

12.7.5 Détermination de L/R

L'utilisation du paramètre L/R est uniquement admise si la somme de toutes les valeurs de C_i des matériels est inférieure ou égale à 1 % de la valeur de C_o .

Si la somme de toutes les valeurs de L_i du matériel est inférieure ou égale à 1 % de L_o , le rapport L_c/R_c admis du câble est considéré équivalent au rapport L_o/R_o de la ou des sources de puissance.

Si la somme de toutes les valeurs de L_i du matériel est supérieure ou égale à 1 % de L_o , si le système est alimenté par une seule source linéaire et si l'inductance et la résistance du matériel sont bien définies en vertu de sa documentation ou de sa construction, les procédures de

l'Annexe D peuvent être utilisées pour déterminer le rapport L_c/R_c applicable ou augmenter l'inductance de câble admise L_c .

Pour les systèmes comportant au moins deux sources de puissance dont la somme de toutes les valeurs de L_i du matériel dépasse 1 % de la valeur combinée des sources L_o , aucun rapport L_o/R_o ne peut être déterminé et le câble doit respecter la limite L_c .

Lorsqu'un système comprend une source de puissance linéaire unique et que son inductance et sa résistance sont bien définies en vertu de sa documentation ou de sa construction, la sécurité du point de vue de l'induction du système peut alors être confirmée par le processus défini à l'Annexe D.

12.8 Défauts des câbles à circuits multiples

En fonction du type de câble, comme défini en 9.5, utilisé avec des systèmes de sécurité intrinsèque, les points suivants doivent être considérés:

- pour les câbles de Type A et de Type B, aucun défaut entre les circuits ne doit être pris en considération; et
- pour les câbles de Type C, les défauts comportant jusqu'à deux courts-circuits entre les conducteurs et, simultanément, jusqu'à quatre circuits ouverts de conducteurs générant la condition la plus contraignante doivent être évalués au regard des exigences d'inflammation à l'éclateur et d'inflammation par échauffement de l'IEC 60079-11.

12.9 Vérifications et essais de type

Lorsqu'il se révèle nécessaire d'effectuer des vérifications ou des essais de type afin de déterminer qu'un système présente une sécurité intrinsèque, les méthodes spécifiées dans l'IEC 60079-11 doivent alors être utilisées.

13 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 un exemple d'un tel système prédéfini. L'évaluation d'un système FISCO est décrite à l'Annexe G.

NOTE Un autre exemple de système prédéfini est le système Ethernet de sécurité intrinsèque à 2 fils (2-WISE, 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet), décrit dans l'IEC TS 60079-47 (en cours de développement).

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 de puissance unique située dans un matériel associé relié à un seul matériel de sécurité intrinsèque monté sur site. La présente annexe utilise la combinaison du convertisseur de température et de l'interface de sécurité intrinsèque donnée à l'Annexe E pour représenter la méthode d'analyse.

La première étape 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 contrôle, 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 document descriptif 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 groupement d'appareils. S'ils présentent des différences, alors le système relève du classement le moins sensible. Par exemple, si un dispositif appartient au Groupe IIC et l'autre au Groupe IIB, le système devient rattaché au Groupe IIB. Il est courant pour une source de puissance évaluée comme appartenant au Groupe IIC de disposer de paramètres de sortie admis (I_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 d'appareils du système.
- b) Comparer les niveaux de protection. Si ces niveaux sont différents, le système prend alors par hypothèse 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 de puissance qui est évaluée "ib" peut également avoir différents paramètres de sortie pouvant être utilisés dans les circuits "ic". Si la conception du système utilise ces valeurs, alors le système est du niveau de protection "ic".
- c) Déterminer le classement en température des matériels de sécurité intrinsèque installés dans la zone dangereuse. Différents classements en température peuvent être associés aux matériels pour différentes conditions d'utilisation (qui dépendent habituellement de la température ambiante ou de I_i , U_i et P_i) et il convient de choisir et consigner la valeur pertinente. De plus, il convient de noter que c'est le matériel, et non le système, qui est classé selon la température.
- d) Consigner la plage de températures ambiantes admise de chaque matériel.
- e) 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 de terrain. Il convient que la valeur des paramètres de sortie ne soit pas supérieure à celle des paramètres d'entrée appropriés. Parfois, la sécurité du dispositif de terrain 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 conformément à 12.7.
- g) Evaluer l'adéquation de l'isolement à la terre, ou vérifier que les exigences de mise à la terre du système sont satisfaites.

Si tous ces critères sont satisfaits, la compatibilité des deux matériels est établie. Une méthode pratique de consignation de l'analyse consiste à créer un tableau. L'exemple suivant (voir Tableau A.1) utilise les valeurs du schéma de système typique (voir 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 de sécurité intrinsèque	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 câble			
	Capacité	C_o : 83 nF	C_i : 3 nF	$C_c \leq 80$ nF
	Inductance	L_o : 4,2 mH	L_i : 10 µH	$L_c \leq 4,19$ mH
	Rapport L/R	L_o/R_o : 54 µH/Ω		$L_c/R_c \leq 54$ µH/Ω
g)	Mise à la terre	Isolé	Isolé	Isolé

Annexe B (informative)

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.

L'IEC 60079-14 comprend une procédure simplifiée, pour déterminer les tensions et courants maximaux du système dans les circuits de sécurité intrinsèque ayant plus d'un matériel associé avec des caractéristiques de courant et de tension linéaires, 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 conformément à l'IEC 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 exigé.

La Figure B.1 représente la combinaison série usuelle. Cette combinaison série donne la tension de circuit ouvert U_o étant égale à $U_1 + U_2$, 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 est à soumettre à une évaluation de sécurité en utilisant le tableau donnant le courant de court-circuit admis correspondant à la tension et au groupe d'appareils de l'IEC 60079-11. La valeur de L_o , ou éventuellement celles de L_o/R_o et C_o , sont établies pour chaque circuit et 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 est utilisé pour déterminer ces valeurs dans tous les cas. Pour le niveau de protection "ic", un coefficient de sécurité de 1,0 est suffisant.

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 sont toutefois déterminés par le plus défavorable des circuits séparés pris isolément, ainsi que leur combinaison. 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 est 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 comme cela est représenté à la Figure B.2, les trois courants I_1 , I_2 et $I_o = I_1 + I_2$ sont alors à prendre en considération avec leurs tensions correspondantes U_1 , U_2 et la tension combinée:

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

Chacun des trois circuits équivalents est à soumettre à une évaluation de sécurité en utilisant le tableau donnant le courant de court-circuit admis correspondant à la tension et au groupe d'appareils de l'IEC 60079-11. Les valeurs de L_o , ou éventuellement celles de L_o/R_o et de C_o , sont à établir pour chaque circuit et la valeur la plus défavorable utilisée associée à son circuit équivalent approprié. La puissance adaptée disponible de chacun des trois circuits équivalents est également 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 comme cela est représenté 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 font l'objet d'une évaluation, en observant les deux procédures déterminées. Les paramètres de sortie les plus défavorables et les circuits équivalents sont utilisés pour déterminer l'intégrité du système de sécurité intrinsèque.

Le matériel peut comporter une source de puissance faisant qu'il possède des paramètres de sortie, par exemple ceux d'accumulateurs internes. En pareil cas, l'analyse du système inclut la combinaison de cette source de puissance avec toute source de puissance du matériel associé. Une analyse de cette nature comprend généralement 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.

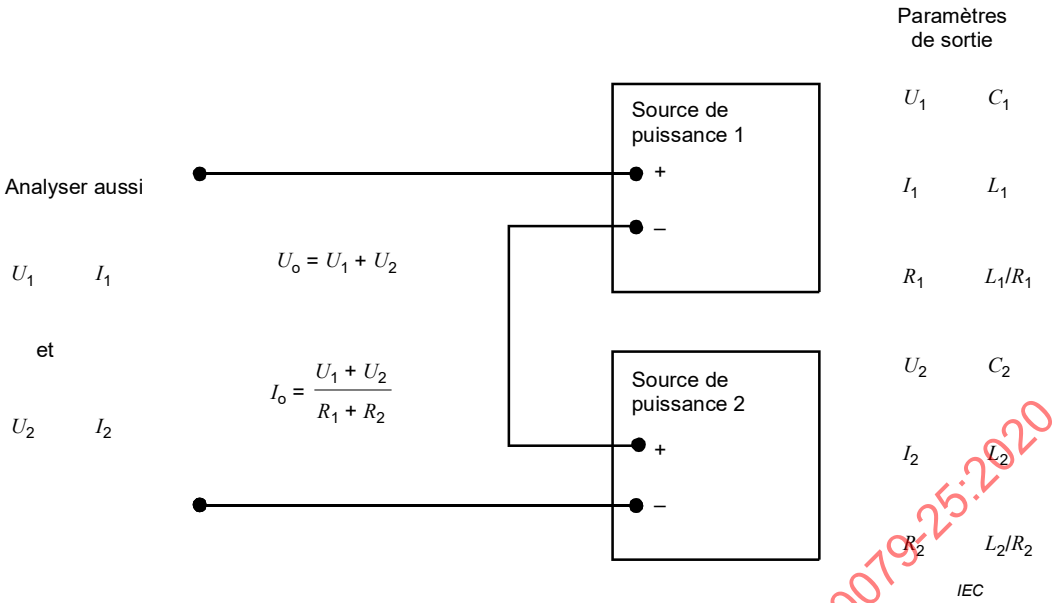


Figure B.1 – Sources de puissance connectées en série

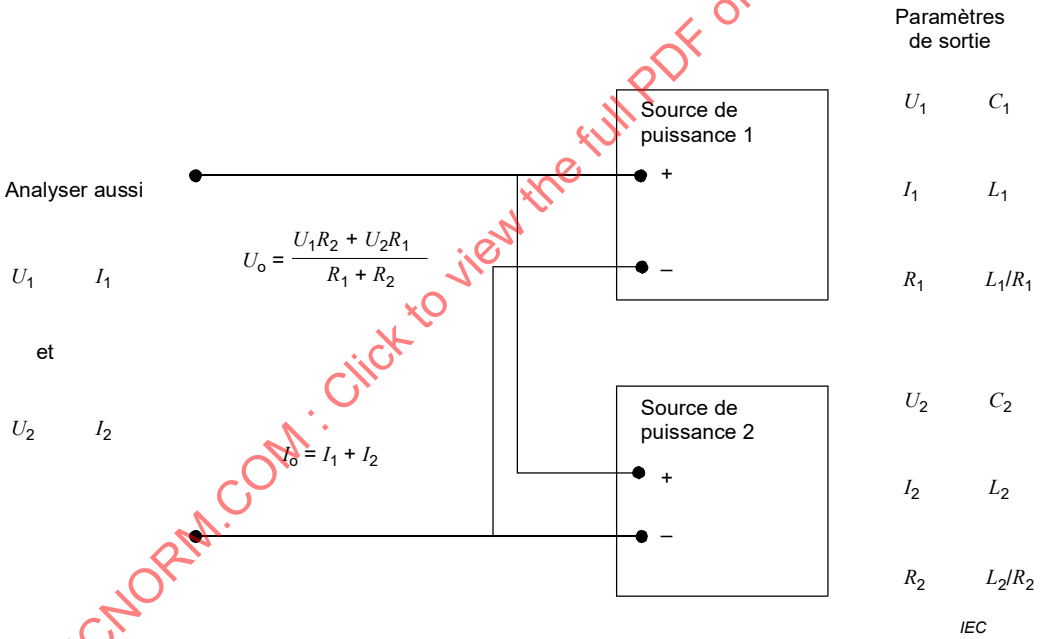
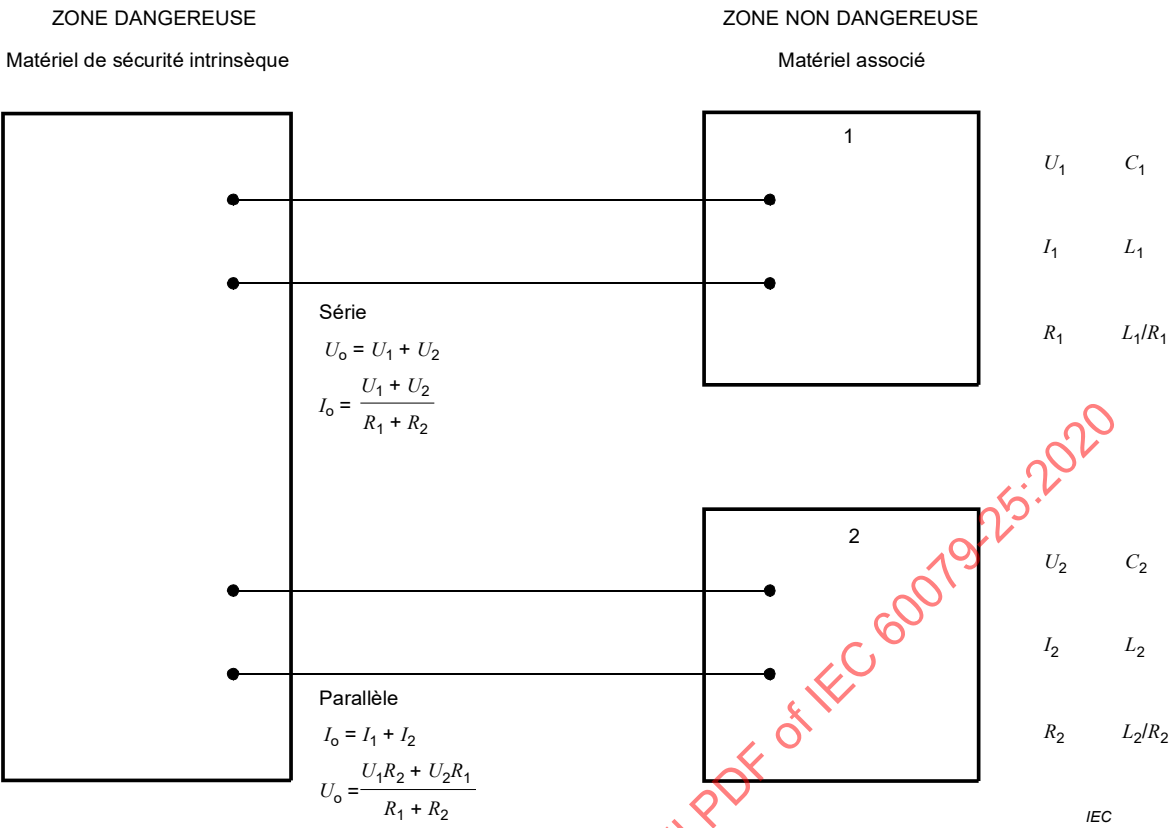


Figure B.2 – Sources de puissance connectées en parallèle



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

La présente annexe donne des recommandations supplémentaires relatives à l'évaluation de systèmes de sécurité intrinsèque comprenant des circuits linéaires et non linéaires. Elle inclut un moyen d'évaluer la sécurité. La procédure présentée ici est applicable à la Zone 1 et aux Groupes d'appareils IIC et IIB sans que des essais d'inflammation à l'éclateur soient nécessaires.

C.2 Evaluation des caractéristiques de sortie des sources de puissance

La première étape consiste à établir une caractéristique courant/tension de sortie représentative pour chacune des sources de puissance dans les conditions de défaut définies dans l'IEC 60079-11. Elles peuvent s'écarter sensiblement de la caractéristique de fonctionnement.

Les sources de puissance se répartissent normalement en trois types de circuits de sortie:

a) Caractéristique linéaire

Les sorties à courant limité, résistif et à caractéristique linéaire, telles que représentées à la Figure C.1a). Dans ce cas précis:

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

b) Caractéristique trapézoïdale

Une caractéristique de sortie trapézoïdale telle que représentée à la Figure C.1b) implique généralement une limitation de tension en sortie. La source présentant une caractéristique trapézoïdale (Figure C.1b)) comprend une source de tension, une résistance et des composants supplémentaires de limitation de la tension (par exemple des diodes Zener ou un éclateur à décharge) au niveau des bornes de raccordement de sortie. Dans ce cas précis:

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

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

c) Caractéristique rectangulaire

Une caractéristique de sortie rectangulaire telle que représentée à la Figure C.1c) implique généralement un courant limite régulé par des semiconducteurs.

Dans ce cas précis:

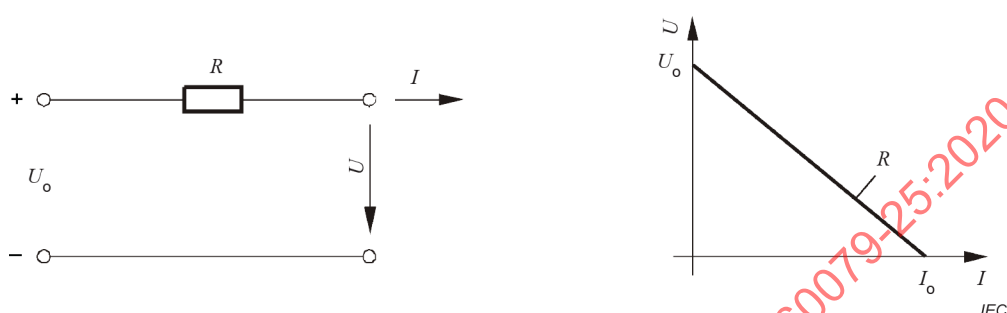
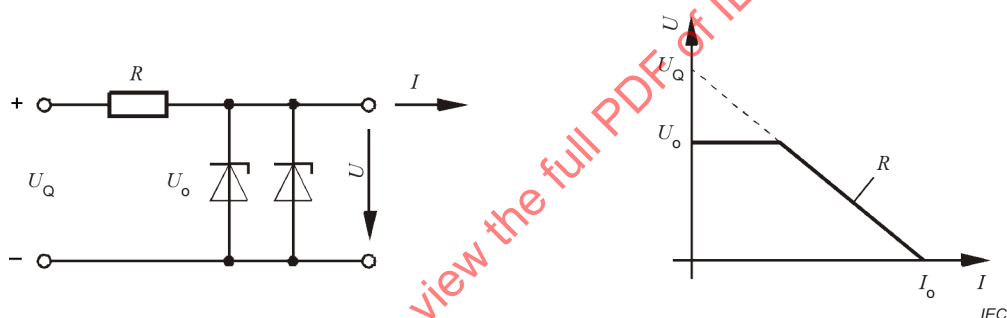
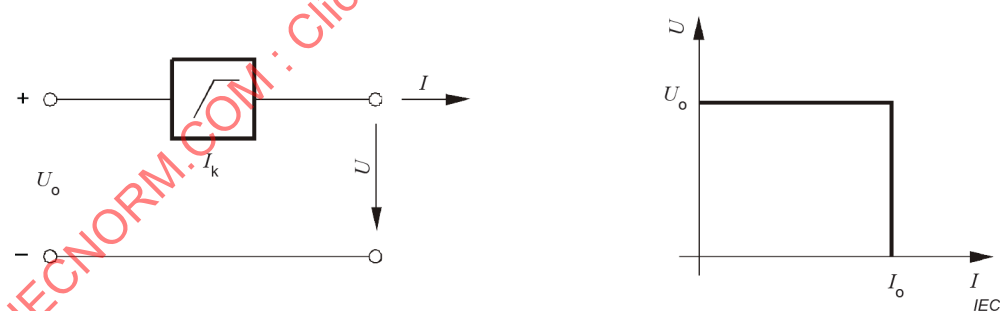
$$P_{\max} = U_o \times I_o.$$

En pratique, la caractéristique de sortie du matériel peut être plus complexe. Par exemple, un accumulateur équipé d'une résistance de limitation de courant externe n'a pas de résistance interne constante et sa tension de source varie en fonction du degré de charge. Afin de simplifier l'analyse, ces circuits sont représentés par leur plus proche circuit équivalent plus simple, qui est tout aussi capable que le circuit réel de provoquer une inflammation. Dans le cas de l'accumulateur susmentionné, il s'agirait d'un circuit linéaire (Figure C.1a)) avec U_o comme tension de crête de circuit ouvert (par exemple comme défini pour le type de batterie indiqué dans l'IEC 60079-0) et R comme résistance externe.

L'établissement de la caractéristique de tension/courant de sortie de ces circuits simplifiés exige deux ou trois paramètres comme indiqué dans le 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

**a) Caractéristique linéaire****b) Caractéristique trapézoïdale****c) Caractéristique rectangulaire****Figure C.1 – Circuit équivalent et caractéristique de sortie des circuits résistifs**

Pour les besoins de l'évaluation, U_o et I_o sont des valeurs maximales qui peuvent survenir dans les conditions de défaut définies dans l'IEC 60079-11. Dans la plupart des cas, elles sont indiquées dans le certificat du matériel, les instructions ou le schéma de contrôle. La puissance maximale en régime permanent dans des conditions de défaut, P_o , est également normalement indiquée. En l'absence de données dans le certificat, il convient que les valeurs soient obtenues auprès du fabricant du matériel.

Il est souvent possible de tirer des conclusions sur le type de caractéristique à partir de ces valeurs, ainsi que de calculer le troisième paramètre pour une sortie trapézoïdale.

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, P_o , est spécifiée pour le cas statique (pour l'évaluation d'inflammation par échauffement), alors que I_o et U_o sont données pour le cas dynamique (pour l'évaluation d'inflammation à l'éclateur). 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 à l'éclateur.

Dans le cas d'une caractéristique trapézoïdale, les informations contenues dans la documentation du fabricant ne permettent bien souvent pas de déterminer la caractéristique de courant/tension de sortie, car le troisième paramètre (U_Q ou R) fait défaut (voir Tableau C.1).

Lorsque R est donnée comme le paramètre supplémentaire, le risque de confusion est minimal et, par conséquent, la documentation du fabricant mentionne généralement la valeur de 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, la documentation du fabricant indique également la forme caractéristique des circuits non linéaires éventuels.

Type d'exemple potentiel.

Valeurs maximales (caractéristique trapézoïdale):

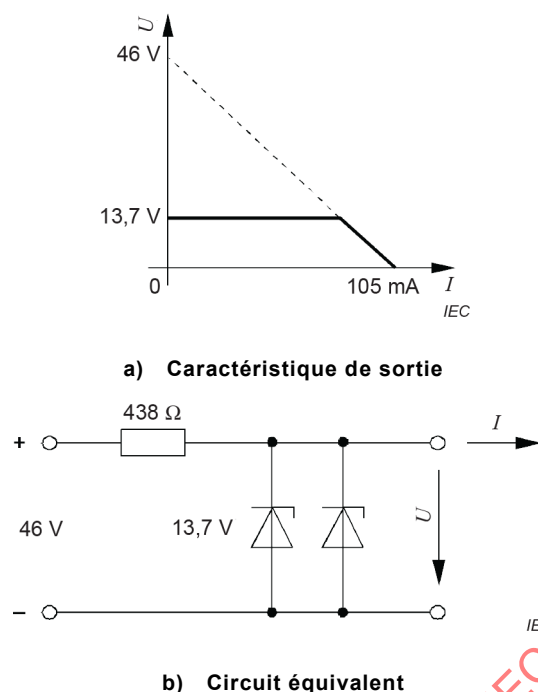


Figure C.2 – Caractéristique de sortie et circuit équivalent d'une source avec caractéristique trapézoïdale

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

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

$$R = 438 \, \Omega$$

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

La caractéristique représentée correspond à la Figure C.2a). La Figure C.2b) représente le circuit équivalent de sécurité.

Le calcul effectué est le suivant:

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

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

C.3 Evaluation des possibilités d'interconnexion et des caractéristiques de sortie résultantes

L'étape suivante consiste à déterminer les possibilités d'interconnexion résultant des modes de défaillances de la présente norme.

Si les sources combinées sont connectées en série et ne sont pas reliées à la terre par exemple (voir Figure C.3a)), 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.3 montre les caractéristiques résultantes dans les différents cas.

Les valeurs maximales de tension à circuit ouvert, U_o , des sources de puissance individuelles sont additionnées et la valeur maximale des courants de court-circuit, I_o , des sources de puissance est prise en compte.

Dans le circuit série représenté à la Figure C.3b), 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.3e)) pour les sources pouvant modifier la polarité en fonctionnement ou dans des conditions de défaut.

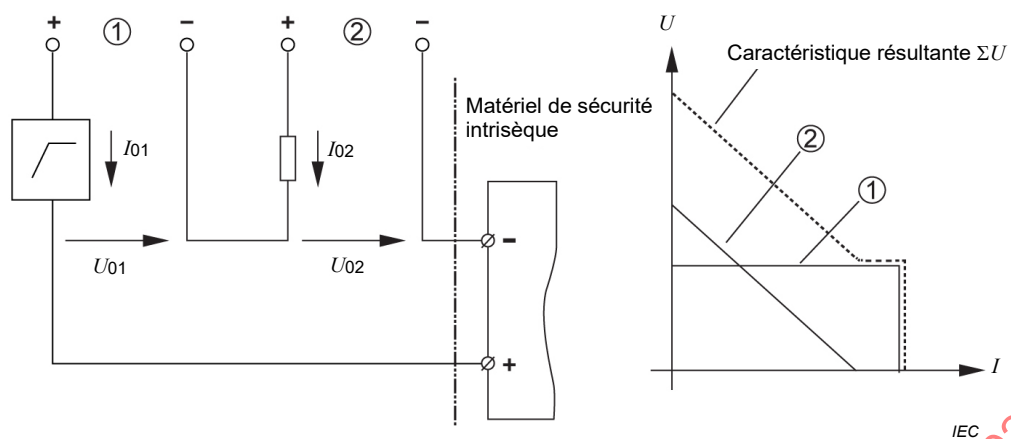
Dans le cas du montage en parallèle représenté à la Figure C.3c), l'addition en courant est possible uniquement si, en présence de sources bipolaires, deux pôles sont connectés dans chaque cas. L'addition en tension n'est pas possible dans ce cas et la caractéristique résultante est générée par addition graphique des valeurs de courant individuelles.

Les courants de court-circuit sont additionnés tandis que la plus grande valeur de la tension à circuit ouvert est prise en compte.

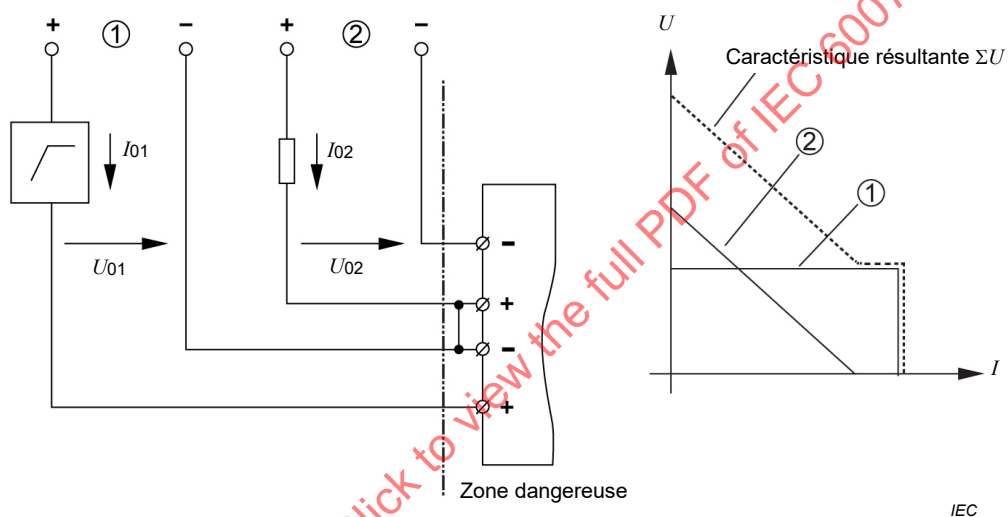
Lorsque seul un pôle de chaque source est connecté au pôle de l'autre source (Figure C.3d)), l'addition en tension peut alors être exclue uniquement si la polarité des sources telle qu'elle est indiquée dans le cas présent est fixe dans tous les cas (par exemple au moyen de barrières de sécurité). Dans le cas contraire, il convient d'envisager l'addition en tension et l'addition en courant (voir Figure C.3e)).

Lorsque plusieurs circuits sont reliés à un ensemble de circuits, dont il convient de présumer qu'il comprend des interconnexions aléatoires (Figure C.3e)), une connexion parallèle ou série peut alors être déterminée, selon les conditions de défaut considérées, 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 un doute concernant les circuits représentés à la Figure C.3b) et à la Figure C.3d), ainsi qu'avec des circuits comportant plus de deux conducteurs. Le résultat ainsi obtenu concerne toujours la sécurité.

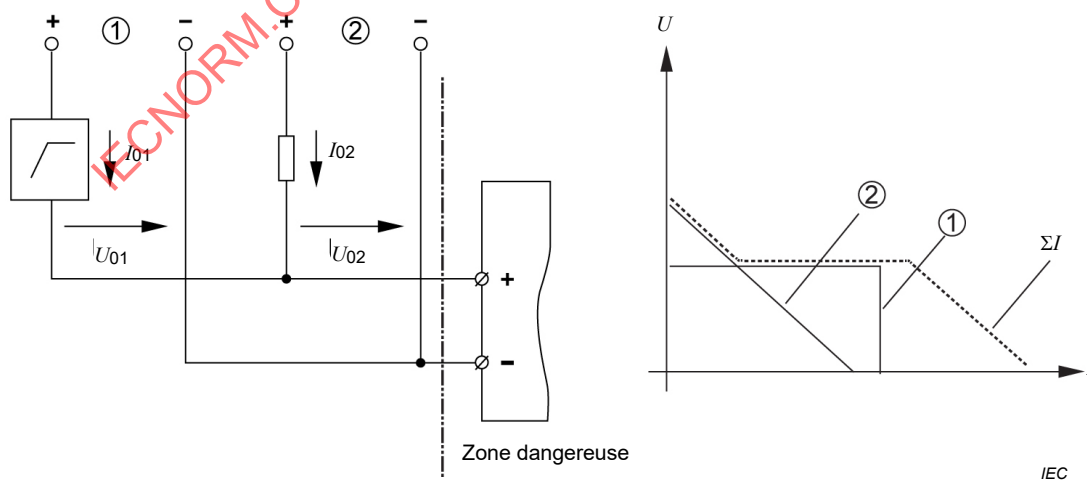
Lorsque la disposition du matériel n'est pas clairement définie pour ce qui concerne la polarité (tel que dans le cas représenté à la Figure C.3e)), il peut alors être fait appel à une connexion série ou parallèle en fonction de la condition de défaut prise en considération. Dans ce cas, il convient de présumer une addition en tension et une addition en courant pour les deux types de connexions, séparément toutefois. Les valeurs les plus sévères sont à prendre comme base de référence.



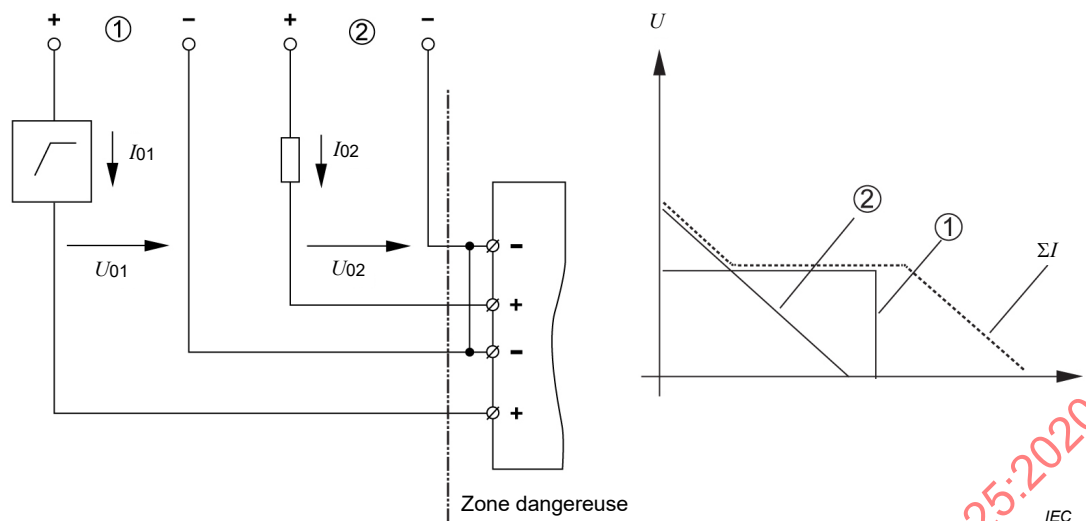
a) Connexion série avec addition en tension



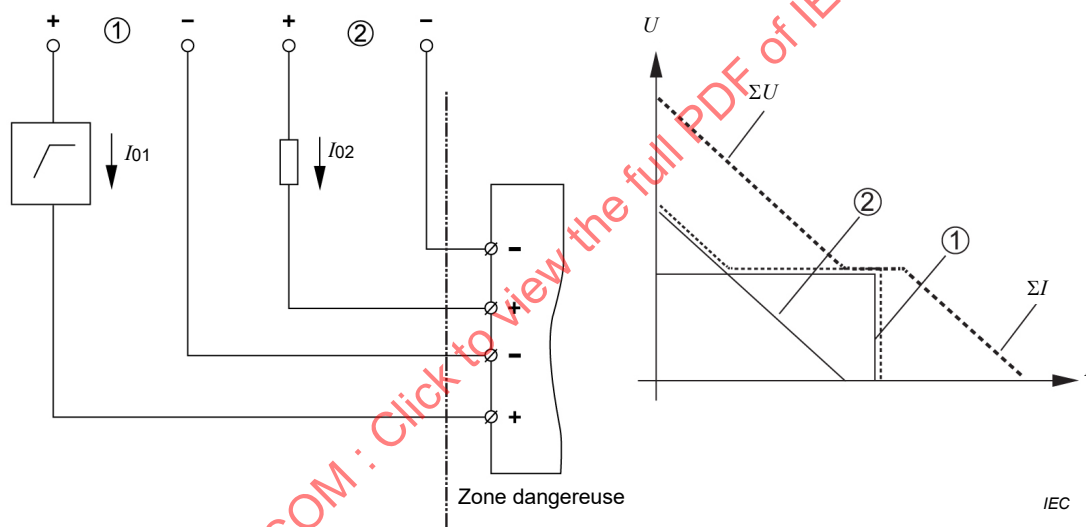
b) Connexion série avec polarité de tension renforcée



c) Connexion parallèle avec addition en courant



d) Connexion parallèle avec polarité de tension renforcée



e) Connexion série ou parallèle avec addition en courant et en tension

Figure C.3 – Addition en courant et/ou tension pour différentes interconnexions

C.4 Détermination de la sécurité intrinsèque et utilisation de graphes

Une fois obtenue la caractéristique courant/tension de sortie représentative des sources de puissance combinées, l'étape suivante consiste à déterminer si le circuit est de sécurité intrinsèque, ainsi qu'à définir des valeurs de C_o et de L_o globales, en tenant compte de l'interaction de l'inductance et de la capacité (circuit mixte). Cela peut être effectué par les essais d'inflammation à l'éclateur définis dans l'IEC 60079-11.

En variante, la Figure C.7 et la Figure C.8 peuvent être utilisées à la place des essais d'inflammation à l'éclateur pour les systèmes ne comportant pas plus d'une source de puissance non linéaire, pour les applications de niveau de protection "ib" et pour les Groupes d'appareils IIC et IIB. Ce processus constitue 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.

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, cette différence n'est aucunement nécessaire.

Dans le cas d'une caractéristique de sortie combinée complexe, le coefficient de sécurité déterminé peut être inférieur à 1,5 mais supérieur à 1,0. Pour assurer un coefficient de sécurité d'au moins 1,5, une caractéristique linéaire ou rectangulaire enveloppante peut être utilisée. La Figure C.7 et la Figure C.8 représentent les courbes de limite admise pour la caractéristique de sources linéaires (courbe de limite en pointillés) et pour la caractéristique de sources rectangulaires (courbe de limite 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 admise pour les deux cas évoqués. Le Tableau C.2 donne une vue d'ensemble.

Pour évaluer la sécurité intrinsèque, sélectionner tout d'abord le groupe d'explosion, puis l'inductance totale exigée 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 choisir le diagramme présentant la plus faible inductance (c'est-à-dire la Figure C.7a) pour le Groupe IIC et la Figure C.8a) pour le Groupe IIB).

La caractéristique de sortie résultante est alors tracée dans le diagramme considéré. Si, conformément à C.3, les additions en courant et en tension sont prises en considération, il convient alors de tracer les deux caractéristiques résultantes.

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

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

Si la combinaison des sources avec l'inductance applicable au diagramme considéré et avec le groupe d'appareils est intrinsèquement sûre, il convient que la caractéristique de somme résultante ne coupe la courbe de limite 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 courbe obtenue à partir de la combinaison de la source linéaire unique et de la source rectangulaire, en prenant C.3 en considération, constitue la caractéristique du circuit résultant. Après avoir tracé la courbe dans le diagramme approprié, donné en C.7, la valeur maximale admise de la capacité, C_o , peut être déterminée à partir des valeurs des courbes de limite du diagramme non coupées par la caractéristique.

Lorsqu'une plus grande capacité admise C_0 est exigée 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.

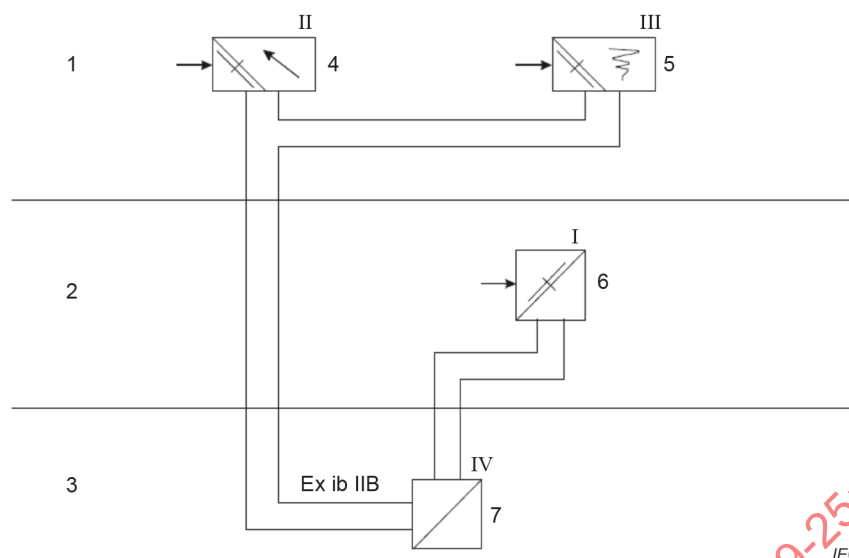
Si, même pour la plus faible valeur d'inductance des diagrammes (0,15 mH), la courbe de limite appropriée est dépassée dans le diagramme IIC, le circuit ne peut pas être évalué comme adéquat pour le Groupe IIC conformément à la présente annexe.

C.5 Vérification selon l'IEC 60079-11

Dans certains cas, la Figure C.7 et la Figure C.8 peuvent produire une capacité admise supérieure à celle qui est autorisée par l'IEC 60079-11. Par conséquent, après avoir déterminé U_0 et I_0 du circuit combiné, il convient de vérifier les valeurs de L_0 et de C_0 obtenues à partir de la Figure C.7 et de la Figure C.8 pour s'assurer qu'elles ne sont pas supérieures aux courbes de limite d'inflammation données dans l'IEC 60079-11.

C.6 Démonstration de la procédure

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



Addition en courant/tension
circuit interconnecté Ex ib IIB

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

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

Légende

- | | | | |
|-----|--|----|---|
| 1 | salle de commande | 5 | valeurs maximales opérationnellement passives de l'afficheur (écran): 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'enregistreur: caractéristiques linéaires de 12 V, 133 mA, 0,4 W | | |
| I | alimentation de sécurité intrinsèque | II | afficheur (écran) |
| III | traceur | IV | amplificateur |

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 l'IEC 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 placés en condition 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

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

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

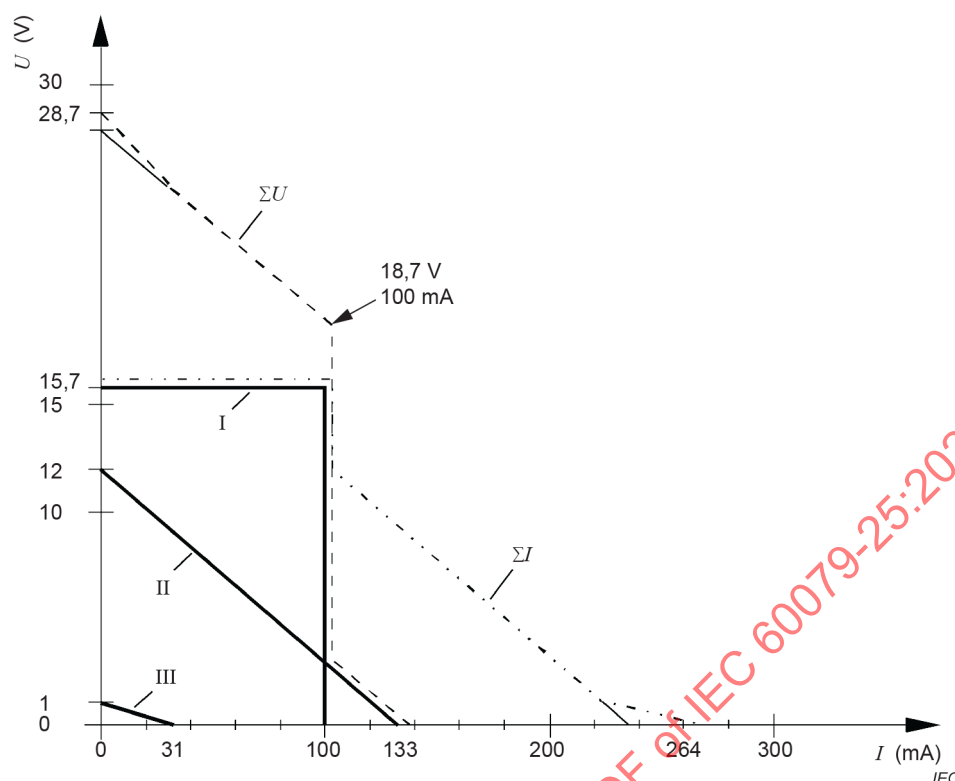
$$P_o = 10 \text{ mW}$$

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

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

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 comme représenté à la Figure C.2e). Les caractéristiques individuelles et les deux caractéristiques de somme relatives à l'addition en tension et en courant sont représentées à la Figure C.5.



Légende

- I alimentation
- II afficheur (écran)
- 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 somme sont représentées à la Figure C.8b)(Groupe IIB, $L = 0,5$ mH) avec le résultat représenté à la Figure C.6a) et à la Figure C.6b).

Le point d'angle à l'intersection de 18,7 V et 100 mA de la courbe d'addition en tension est 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, 1,87 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 de la Figure C.6a) et de la Figure 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 admise de la combinaison issue de la famille de courbes de la Figure C.6b) peut être fixée à 400 nF.

NOTE La valeur de 400 nF ne peut pas être déduite directement des courbes de limite. La valeur entre deux courbes de limite peut être interpolée.

La valeur obtenue graphiquement résultant du processus ci-dessus donne une certaine valeur, qui est à vérifier par rapport à la valeur de capacité admise indiquée dans les tableaux de données d'inflammation de l'IEC 60079-11 pour ce groupe. La valeur déduite graphiquement est tenue dans tous les cas d'être inférieure ou égale à la valeur de ce tableau. Si ce critère n'est pas rempli, il convient d'établir la valeur déduite graphiquement sur la valeur stipulée pour le groupe dans le tableau.