

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Components for low-voltage surge protective devices –
Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes**

**Composants pour parafoudres basse tension –
Partie 312: Principes de choix et d'application pour les tubes à décharge de gaz**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 61643-312

Edition 1.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Components for low-voltage surge protective devices –
Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes**

**Composants pour parafoudres basse tension –
Partie 312: Principes de choix et d'application pour les tubes à décharge de gaz**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 31.100; 33.040.99

ISBN 978-2-83220-740-6

**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.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and symbols	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Symbols	10
4 Service conditions	10
4.1 General	10
4.2 Low temperature	10
4.3 Air pressure and altitude	10
4.4 Ambient temperature	10
4.5 Relative humidity	11
5 Mechanical requirements and materials	11
5.1 General	11
5.2 Robustness of terminations	11
5.3 Solderability	11
5.4 Radiation.....	11
5.5 Marking	11
6 General	11
7 Construction	12
7.1 Design.....	12
7.2 Description	12
7.3 Fail-short (failsafe)	13
8 Function	14
8.1 Protection principle.....	14
8.2 Operating mode.....	14
8.3 Response behaviour.....	14
8.3.1 Static response behavior	14
8.3.2 Dynamic response behavior.....	14
8.4 Fail-short (failsafe)	15
9 Applications.....	16
9.1 Protective circuits.....	16
9.1.1 General	16
9.1.2 2-point (signal line) protection	16
9.1.3 3-point protection	17
9.1.4 5-point protection	18
9.2 Telephone/fax/modem protection.....	19
9.3 Cable TV/coaxial cable protection	19
9.4 AC line protection.....	20
Bibliography.....	21
Figure 1 – Voltage and current characteristics of a GDT	8
Figure 2 – Symbol for a two-electrode GDT	10
Figure 3 – Symbol for a three-electrode GDT	10
Figure 4 – Example of a two-electrode GDT.....	12

Figure 5 – Example of a three-electrode GDT	12
Figure 6 – Failsafe construction of a three-electrode GDT using a solder pill as sensitive spacer	13
Figure 7 – Failsafe construction of a three-electrode GDT, using a plastic foil as sensitive spacer	13
Figure 8 – Typical response behaviour of a 230 V GDT	15
Figure 9 – Spark-over voltages versus response time	15
Figure 10 – Current through the GDT versus response time of fail-short (failsafe).....	16
Figure 11 – 2-point (Signal line) protection	17
Figure 12 – 3-point protection using two-electrode GDTs	17
Figure 13 – 3-point protection using three-electrode GDTs	17
Figure 14 – 3-point protection using two-electrode GDTs with fail-short	18
Figure 15 – 3-point protection using three-electrode GDTs with fail-short.....	18
Figure 16 – 5-point protection using two-electrode GDTs	18
Figure 17 – 5-point protection using three-electrode GDTs	18
Figure 18 – 5-point protection using two-electrode GDTs with fail-short	19
Figure 19 – 5-point protection using three-electrode GDTs with fail-short.....	19
Figure 20 – Telephone/fax/modem protection using two-electrode GDTs	19
Figure 21 – Telephone/fax/modem protection using three-electrode GDTs.....	19
Figure 22 – Cable TV/ coaxial cable protection	20
Figure 23 – AC line protection.....	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMPONENTS FOR LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –**Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes****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 61643-312 has been prepared by subcommittee 37B: Specific components for surge arresters and surge protective devices, of IEC technical committee 37: Surge arresters.

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

FDIS	Report on voting
37B/114/FDIS	37B/120/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 61643 series, under the general title *Components for low-voltage surge protective devices* 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.

COMPONENTS FOR LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –

Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes

1 Scope

This part of IEC 61643 is applicable to gas discharge tubes (GDT) used for overvoltage protection in telecommunications, signalling and low-voltage power distribution networks with nominal system voltages up to 1 000 V (r.m.s.) a.c. and 1 500 V d.c. They are defined as a gap, or several gaps with two or three metal electrodes hermetically sealed so that gas mixture and pressure are under control. They are designed to protect apparatus or personnel, or both, from high transient voltages. This standard provides information about the characteristics and circuit applications of GDTs having two or three electrodes. This standard does not specify requirements applicable to complete surge protective devices, nor does it specify total requirements for GDTs employed within electronic devices, where precise coordination between GDT performance and surge protective device withstand capability is highly critical.

This part of IEC 61643

- does not deal with mountings and their effect on GDT characteristics. Characteristics given apply solely to GDTs mounted in the ways described for the tests;
- does not deal with mechanical dimensions;
- does not deal with quality assurance requirements;
- may not be sufficient for GDTs used on high-frequency (>30 MHz);
- does not deal with electrostatic voltages;
- does not deal with hybrid overvoltage protection components or composite GDT devices.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 61643-311, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Specification for gas discharge tubes (GDT)*

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply:

3.1.1**arc current**

current that flows after sparkover when the circuit impedance allows a current to flow that exceeds the glow-to-arc transition current

3.1.2**arc voltage****arc mode voltage**

voltage drop across the GDT during arc current flow

Note 1 to entry: See Figure 1a, region A.

3.1.3**arc-to-glow transition current**

current required for the GDT to pass from the arc mode into the glow mode

3.1.4**current turn-off time**

time required for the GDT to restore itself to a non-conducting state following a period of conduction.

Note 1 to entry: This applies only to a condition where the GDT is exposed to a continuous d.c. potential (see d.c. holdover).

3.1.5**d.c. sparkover voltage****d.c. breakdown voltage**

voltage at which the GDT transitions from a high-impedance off to a conduction state when a slowly rising d.c. voltage up to 2 kV/s is applied

Note 1 to entry: The rate of rise for d.c. sparkover voltage measurements is usually equal or less 2 000 V/s.

3.1.6**d.c. holdover**

state in which a GDT continues to conduct after it is subjected to an impulse sufficient to cause breakdown

Note 1 to entry: In applications where a d.c. voltage exists on a line. Factors that affect the time required to recover from the conducting state (current turn-off time) include the d.c. voltage and the d.c. current

3.1.7**d.c. holdover voltage**

maximum d.c. voltage across the terminals of a gas discharge tube under which it may be expected to clear and to return to the high-impedance state after the passage of a surge, under specified circuit conditions

3.1.8**discharge current**

current that flows through a GDT after sparkover occurs

Note 1 to entry: In the event that the current passing through the GDT is alternating current, it will be r.m.s. value. In instances where the current passing through the GDT is an impulse current, the value will be the peak value.

3.1.9**discharge voltage****residual voltage of an arrester**

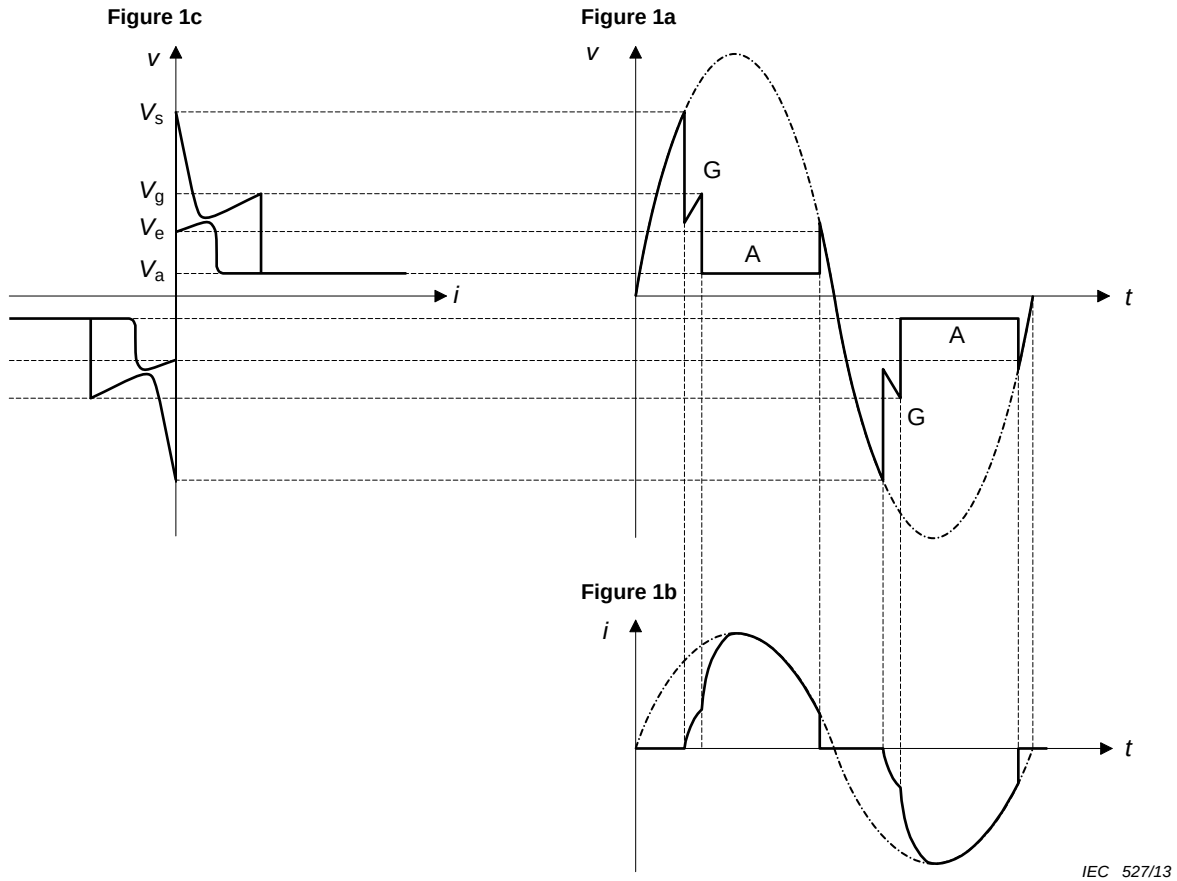
peak value of voltage that appears across the terminals of a GDT during the passage of GDT discharge current

3.1.10

discharge voltage current characteristic

V/I characteristic

variation of peak values of discharge voltage with respect to GDT discharge current



IEC 527/13

Legend

V_s	spark-over voltage	V_a	arc voltage	G	glow mode range
V_{gl}	glow voltage	V_e	extinction voltage	A	arc mode range

Figure 1a – Voltage at a GDT as a function of time when limiting a sinusoidal voltage

Figure 1b – Current at a GDT as a function of time when limiting a sinusoidal voltage

Figure 1c – V/I characteristic of a GDT obtained by combining the graphs of voltage and current

Figure 1 – Voltage and current characteristics of a GDT

3.1.11

extinction voltage

voltage at which discharge (current flow) ceases

3.1.12

fail-short

failsafe

thermally-activated external shorting mechanism

3.1.13**follow (on) current**

current that the GDT conducts from a connected power source after sparkover

Note 1 to entry: The GDT is expected to extinguish after sparkover to avoid overheating

3.1.14**gas discharge tube****GDT**

gap, or several gaps with two or three metal electrodes hermetically sealed so that gas mixture and pressure are under control, designed to protect apparatus or personnel, or both, from high transient voltages

3.1.15**glow current****glow mode current**

current that flows after breakdown when the circuit impedance limits the follow current to a value less than the glow-to-arc transition current

Note 1 to entry: See Figure 1a region G.

3.1.16**glow-to-arc transition current**

current required for the GDT to pass from the glow mode into the arc mode

Note 1 to entry: See Figure 1a region G.

3.1.17**glow voltage****glow mode voltage**

peak value of voltage drop across the GDT when a glow current is flowing

Note 1 to entry: See Figure 1a, region G.

3.1.18**impulse sparkover voltage**

highest value of voltage attained by an impulse of a designated voltage rate-of-rise and polarity applied across the terminals of a GDT prior to the flow of the discharge current

3.1.19**nominal d.c. sparkover voltage**

voltage specified by the manufacturer to indicate the target value of sparkover voltages of a particular type of GDT products

Note 1 to entry: The nominal value is generally a rounded number such as: 75 V, 90 V, 150 V, 200 V, 230 V, 250 V, 300 V, 350 V, 420 V, 500 V, 600 V, 800 V, 1 000 V, 1 200 V, 1 400 V, 1 800 V, 2 100 V, 2 700 V, 3 000 V, 3 600 V, 4 000 V et 4 500 V

Note 2 to entry: Values in between should be agreed jointly between the manufacturer and the user.

3.1.20**sparkover****breakdown**

abrupt transition of the gap resistance from practically infinite value to a relatively low value

3.2 Symbols

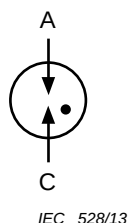


Figure 2 – Symbol for a two-electrode GDT

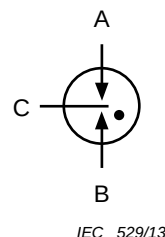


Figure 3 – Symbol for a three-electrode GDT

Figures 2 and 3 show the symbols for two- and three-electrode GDTs.

4 Service conditions

4.1 General

The basic GDT is relatively insensitive to temperature, air pressure and humidity. GDTs fitted with a fail-short mechanism have a lower high temperature rating due to the thermal nature of the fail-short. Manufacturer's guidelines shall be followed when soldering fail-short mechanism GDTs to avoid premature operation of the shorting mechanism. For reference, standardised values and ranges of temperature, air pressure and humidity are given in Subclauses 4.2 to 4.5.

4.2 Low temperature

GDT shall be capable of withstanding IEC 60068-2-1, test Aa $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, duration 2 h, without damage. While at $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, the GDT shall meet the d.c. and impulse sparkover requirements of Table 1.

4.3 Air pressure and altitude

Air pressure is 80 kPa to 106 kPa.

These values represent an altitude of +2 000 m to -500 m respectively.

4.4 Ambient temperature

For the purposes of Subclause 4.4, the ambient temperature is the temperature of the air or other media, in the immediate vicinity of the component.

operating range (GDTs without failsafe): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$

operating range (GDTs with failsafe): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

NOTE This corresponds to class 3K7 in IEC 60721-3-3.

storage range (GDTs without failsafe): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$

storage range (GDTs with failsafe): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$

4.5 Relative humidity

In this clause the relative humidity is expressed as a percentage, being the ratio of actual partial vapour pressure to the saturation vapour pressure at any given temperature, 4.4, and pressure, 4.3.

normal range: 5 % to 95 %

NOTE This corresponds to code AB4 in IEC 60364-5-51.

5 Mechanical requirements and materials

5.1 General

Clause 5 lists standardised requirements for terminations, solderability, radiation and marking. The radiation requirement is a key item to check as GDTs containing radio active elements are still manufactured.

5.2 Robustness of terminations

If applicable, the user shall specify a suitable test from IEC 60068-2-21.

5.3 Solderability

Solder terminations shall meet the requirements of IEC 60068-2-20, test Ta, method 1.

5.4 Radiation

Gas discharge tubes shall not contain radioactive material.

5.5 Marking

Legible and permanent marking shall be applied to the GDT as necessary to ensure that the user can determine the following information by inspection:

Each GDT shall be marked with the following information

- nominal d.c. sparkover voltage
- date of manufacture or batch number
- manufacturer name or trademark
- part number
- safety approval markings

NOTE 1 The necessary information can also be coded.

When the space is not sufficient for printing this data, it should be provided in the technical documentation after agreement between the manufacturer and the purchaser.

6 General

Due to the high complexity of the gas discharge physics on which the functioning of the GDTs is based, the performance of the GDTs depends very much on the technical expertise of the manufacturer. Thus the electrical properties and characteristics (tolerances, ignition values, etc.) are varying.

7 Construction

7.1 Design

The GDTs consist of two or more metallic electrodes that are separated by gap(s) in a hermetically sealed envelope containing an inert gas or mixture of gases, usually at less than atmospheric pressure. Some of the gases used are argon, helium, hydrogen, and nitrogen. Electrode spacing is maintained by means of ceramic, glass, or other insulating materials, that may form a part of the sealed envelope. The electrodes are fitted with a variety of terminations suitable for mounting on circuit boards, clip terminals, sockets, or for incorporation in a protector.

7.2 Description

The electrical properties of an open gas-discharge path depend greatly on environmental parameters such as gas type, gas pressure, humidity and pollution. Stable conditions can only be ensured if the discharge path is shielded against these environmental influences. The design principle of GDTs is based on this requirement. A proven technique of connecting insulator and electrode ensures hermetic sealing of the discharge space.

The type and pressure of the gas in the discharge space can thus be selected on the basis of optimum criteria. The rare gases argon and neon are predominantly used in gas arresters since they ensure optimum electrical characteristics throughout the entire useful life of the component.

An activating compound is applied to the effective electrode surfaces to enhance the emission of electrons. The electrodes are typically separated by less than 1 mm. The combination of the activation compound and the electrode separation distance lower the electrode work function and increase the ignition voltage stability over repetitive current surges.

To achieve optimal response characteristic at fast rise times, ignition aids are attached to the cylindrical internal surface of the insulator. These ignition aids distort the electric field, which enhances the ionization speed of the gas. The electrical characteristics of the GDT, such as d.c. spark-over voltage, pulsed and a.c. discharge current handling capability as well as its service life, can be optimized to the specific requirements of various systems. This is achieved by varying the gas type and pressure as well as the spacing of the electrodes and the emission-promoting coating of the electrodes.

Figure 4 and Figure 5 show construction examples of two- and three-electrode GDTs.

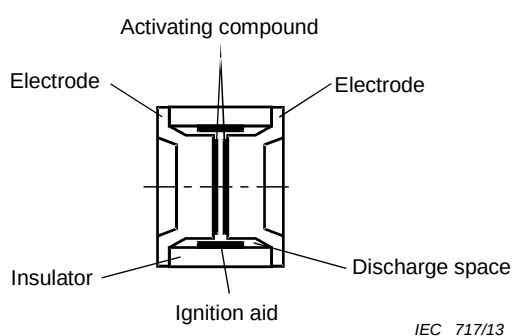


Figure 4 – Example of a two-electrode GDT

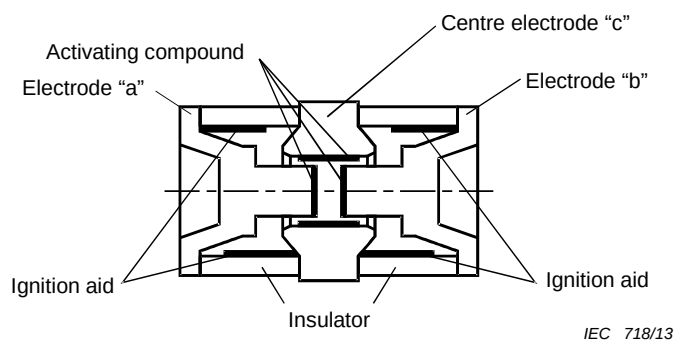


Figure 5 – Example of a three-electrode GDT

7.3 Fail-short (failsafe)

GDTs are usually designed for pulse-shaped loads. If permanent overloads are possible (e.g. mains contact), GDTs with integrated failsafe should be used. This external short-circuit mechanism prevents the generating of excessive thermal energy of the operating GDT by bridging it.

The failsafe mechanism usually consists of a mechanical short-circuit spring and a temperature sensitive spacer, which prevents the bridging of the GDT until a defined temperature is reached.

The fail-short mechanism performance is dependent on its thermal environment. The soldering profile used for the GDT could be critical. Recommendations made by the manufacturer for mounting and processing should be followed. The fail-short spacer, used to keep the switch open, has typical melting temperatures of $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ for solder spacer types. For plastic foil spacer types, typical melting temperatures are $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ depending on their composition. If an inappropriate soldering profile and mounting arrangement used the spacer will melt and the GDT will be shorted after soldering. When a permanent current overload occurs the GDT temperature rise operates the fail-short switch. Caution should be used in the coordination between the soldering temperature of the GDT to the board and the operating temperature of the fail-short mechanism to avoid desoldering of the GDT. Under current overload conditions the GDT thermal radiation to adjacent components is another factor to be considered.

Failsafe constructions are available for two- and three-electrode GDTs. For three-electrode GDTs two examples are shown in Figures 6 and 7.

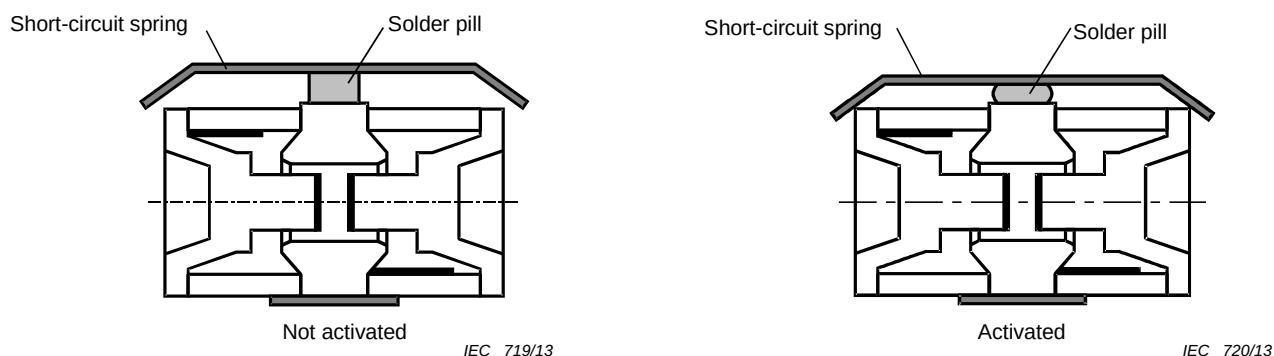


Figure 6 – Failsafe construction of a three-electrode GDT using a solder pill as sensitive spacer

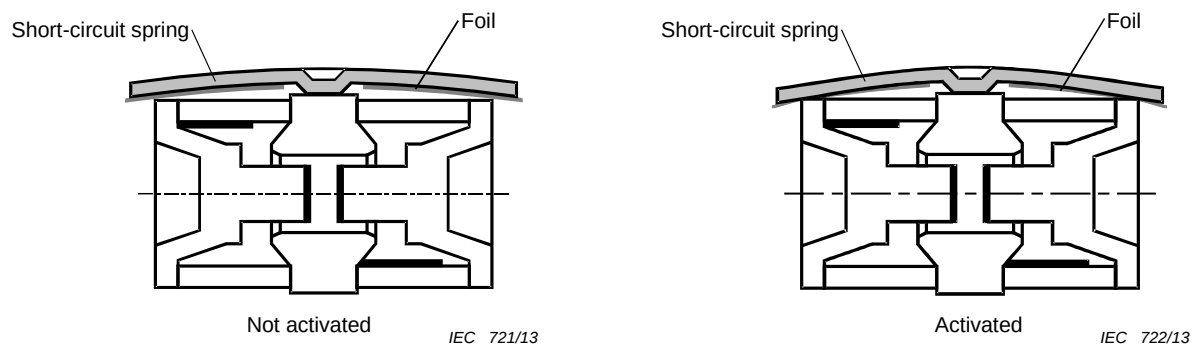


Figure 7 – Failsafe construction of a three-electrode GDT, using a plastic foil as sensitive spacer

8 Function

8.1 Protection principle

Generally, a spark-over occurs whenever surge voltages exceed the electric strength of a system's insulation. To prevent this system sparkover, a GDT with appropriate voltage limiting capabilities needs to be installed. A surge event exceeding the GDT spark-over voltage causes it to conduct, entering first into the glow mode, which in turn begins to limit the surge voltage magnitude. As the current increases the GDT then transitions from the glow mode to its arc mode. This further limits and lowers the surge voltage to around 10 to 35 V depending on the GDT technology. GDTs utilize this natural principle of limiting surge voltages. For the test circuits used to determine the parameters of a GDT see IEC 61643-311.

8.2 Operating mode

A simplified GDT can be compared with a symmetrical low-capacitance switch whose resistance may jump from several $G\Omega$ during normal operation to values $<1\ \Omega$ after ignition caused by a surge voltage. The GDT automatically returns to its original high-impedance state after the surge has subsided.

Figure 3a shows the voltage curve at the GDT and Figure 3b the current as a function of time when limiting a sinusoidal voltage surge. Virtually no current flows during the time that the voltage rises to the spark-over voltage V_s of the GDT. After ignition, the voltage drops to the glow voltage level V_{gl} (70 to 200 V depending on the type, with a current of several 10 mA up to about 1,5 A) in the glow-mode range G. As the current increases further, transition to arc mode A occurs. The extremely low arc voltage V_a of 10 to 35 V typical for this mode is virtually independent of the current over a wide range. With decreasing over-voltage (i.e. in the second half of the wave), the current through the GDT decreases accordingly until it drops below the minimum value necessary to maintain the arc mode. Consequently, the arc discharge stops suddenly and, after passing through the glow mode, the GDT extinguishes at a voltage V_e .

The V/I characteristic of the GDT shown in Figure 3c was obtained by combining the graphs of voltage and current as a function of time.

8.3 Response behaviour

8.3.1 Static response behavior

If a voltage with a low rate of rise (typically 100 V/s) is applied to the GDT, the spark-over voltage V_s will be determined mainly by the electrode spacing, the gas type and pressure, and by the degree of pre-ionization of the enclosed noble gas. This ignition value is defined as the d.c. spark-over voltage.

8.3.2 Dynamic response behavior

At fast rate of rise, the spark-over voltage V_s of the GDT exceeds d.c. spark-over voltage. This effect is caused by the finite time necessary for the gas to ionize. All these dynamic sparkover voltages are subject to considerable statistical variation.

However, the average value of the spark-over voltage distribution can be significantly reduced by attaching the ignition aid to the inside surface of the GDT. This reduces the upper limit of the tolerance field considerably and also limits the spread of the spark-over voltage. The ignition voltage in this dynamic range is defined as the impulse spark-over voltage.

In general the two voltage rates of rise of 100 V/ μ s and 1 kV/ μ s are used to evaluate the dynamic characteristic of surge arresters (Figure 8).

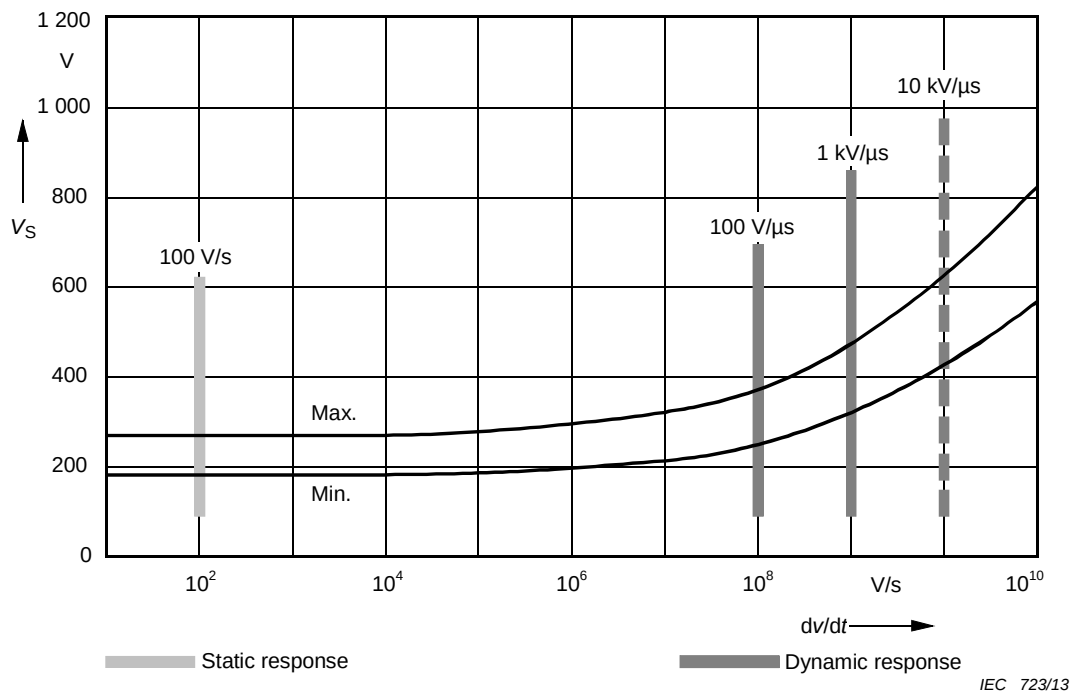


Figure 8 – Typical response behaviour of a 230 V GDT

Figure 9 shows an example of the correlation between the response time and the spark-over voltages.

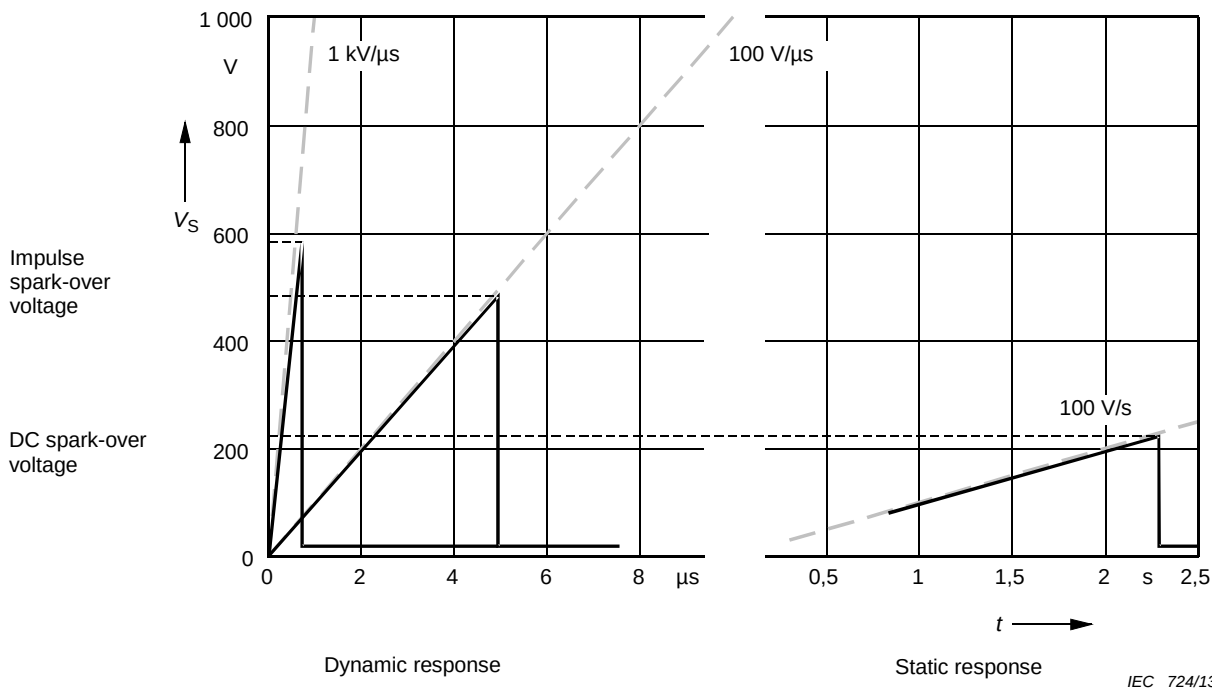


Figure 9 – Spark-over voltages versus response time

8.4 Fail-short (failsafe)

In the case of influences such as a direct contact between the power and telecommunication lines, current will flow through the ignited arrester for a long period of time. The GDT then

heats up. When this happens, the hardware must be protected from thermal overload. The heating is detected by a fail-short (failsafe) mechanism. A spacer (solder pellet, plastic foil or mechanical device), which initially keeps the short-circuit spring at a distance from the electrodes, melts at a temperature determined by the choice of material used. The short-circuit spring, which is pre-stressed, then drops onto the electrodes and short-circuits them.

Furthermore, careful consideration must be given to long term power fault events that can cause GDT heating causing loss of the solder connections to the circuit board, before the operating temperature of the fail-short mechanism is reached.

Figure 10 shows a typical short-circuit characteristic as a function of the current flowing through the GDT. This characteristic can be affected by the thermal conductivity of the holder. Therefore the coordination between component and package must be subsequently verified by a type test.

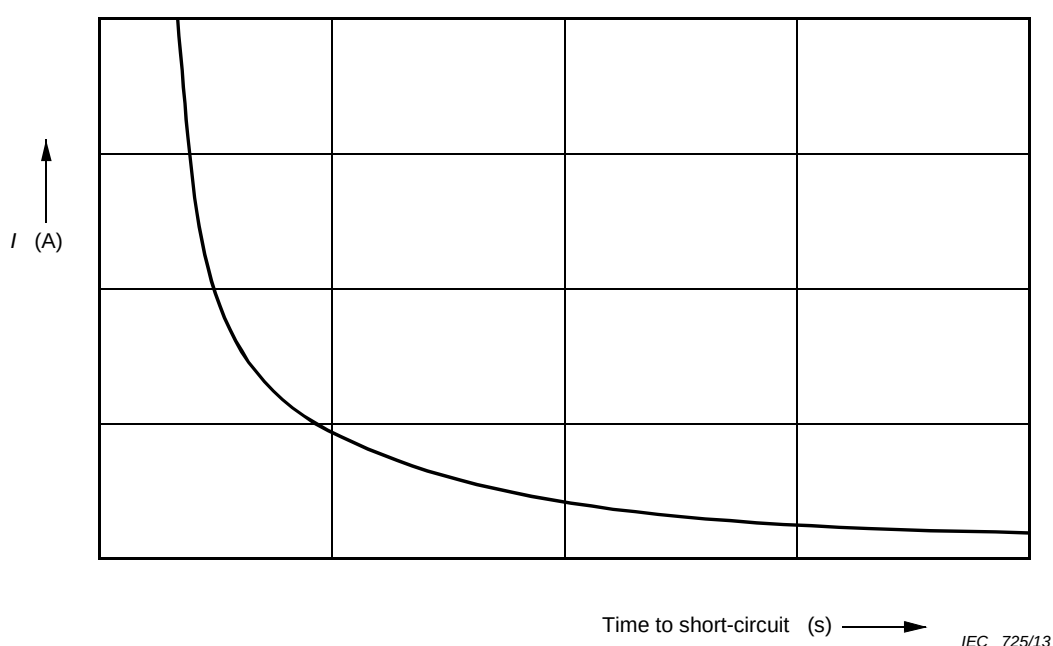


Figure 10 – Current through the GDT versus response time of fail-short (failsafe)

9 Applications

9.1 Protective circuits

9.1.1 General

The following basic circuits illustrate standard configurations for GDTs used in protection circuits for the telecommunications sector. 2-point and 3-point protection solutions typically contain GDTs only, whereas 5-point protection solutions can make additional use of current-limiting components such as PTC thermistors, heat coils, fuses, or electronic current limiters.

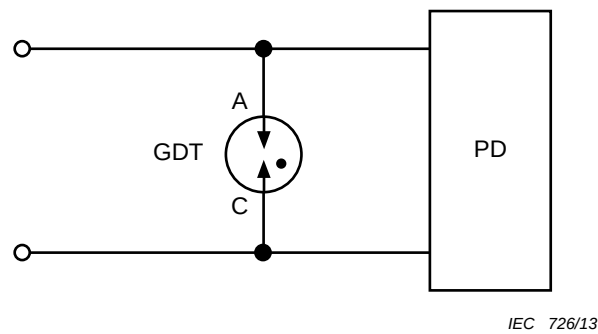
NOTE 1 Designations a and b define the input side. Designations a' and b' define the protected side.

NOTE 2 In some cases series fuses are used to avoid excessive current flow in front of the GDTs (input side).

9.1.2 2-point (signal line) protection

A 2-point protection circuit is connected between A/C wires and operate by limiting the voltage between A/C and conducting the current from A to C. 2-point (signal) circuits are often run with no ground conductor. A two-electrode GDT circuit located between the two

signal lines prevents the formation of large potential differences at the input of the equipment to be protected before they can cause any damage (Figure 11).



Components
PD protected device

Figure 11 – 2-point (Signal line) protection

9.1.3 3-point protection

3-point protection circuits are connected between the a/b wires and ground and operate by conducting voltage surges to ground and conducting voltage surges between a and b. Both two-electrode and three-electrode GDTs are used (Figures 12 and 13).

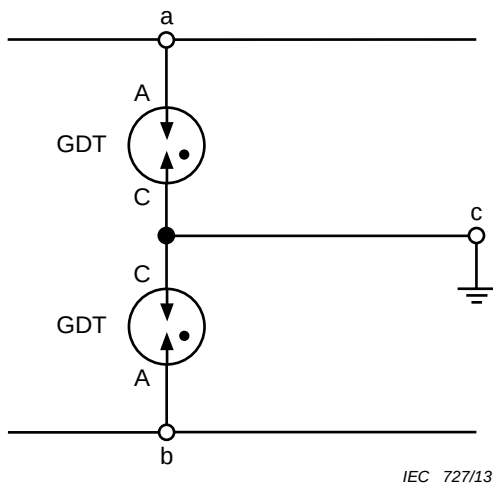


Figure 12 – 3-point protection using two-electrode GDTs

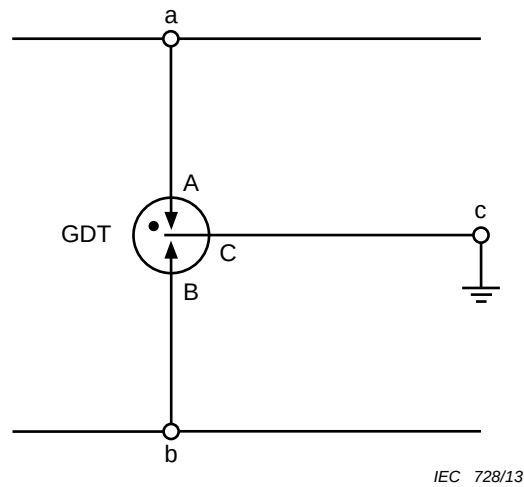
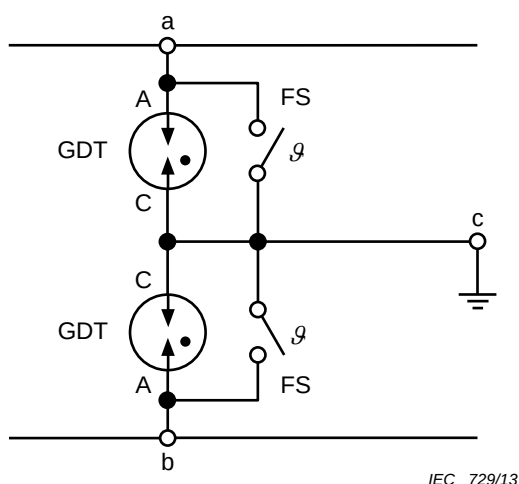


Figure 13 – 3-point protection using three-electrode GDTs

Figures 14 and 15 show another alternative using a GDT with fail-short mechanism

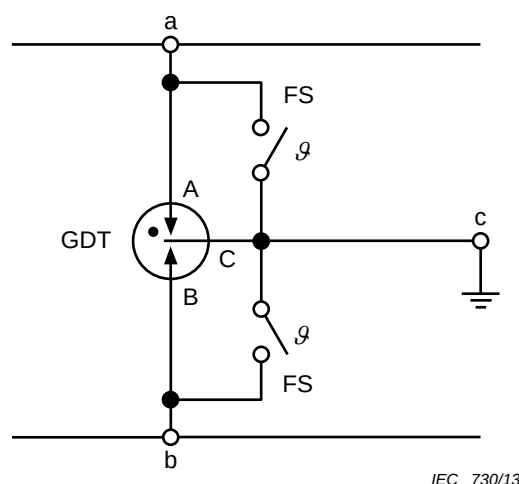


IEC 729/13

Components

FS fail short (failsafe) mechanism

Figure 14 – 3-point protection using two-electrode GDTs with fail-short



IEC 730/13

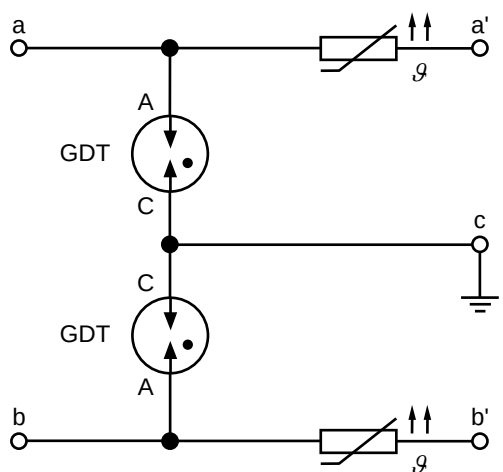
Components

FS fail short (failsafe) mechanism

Figure 15 – 3-point protection using three-electrode GDTs with fail-short

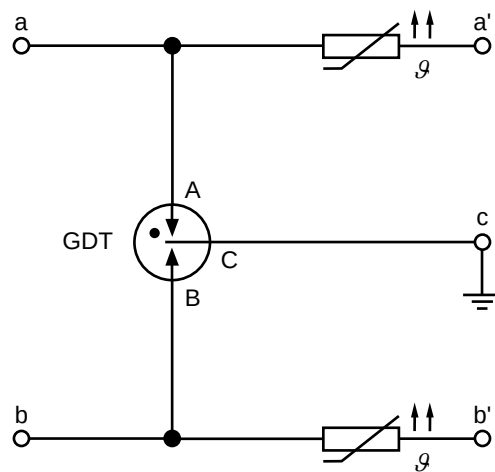
9.1.4 5-point protection

A 5-point protection circuit contains a current-limiting component, usually a PTC thermistor, in addition to the GDT. The thermistor blocks further current flow through it by assuming a very high resistance in the event of an overcurrent (see Figures 16 and 17). However, it may not always be possible to reset an activated thermistor in systems with constant current feed.



IEC 731/13

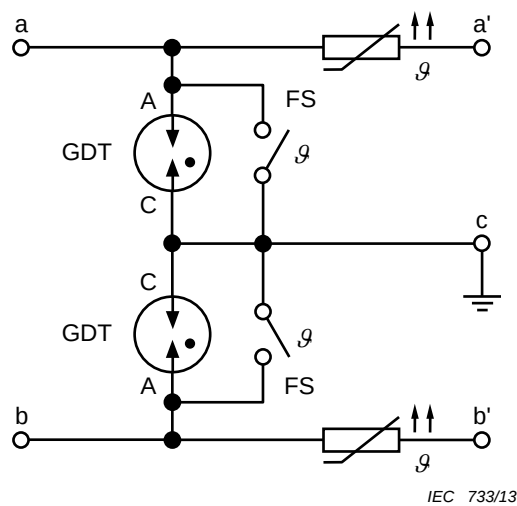
Figure 16 – 5-point protection using two-electrode GDTs



IEC 732/13

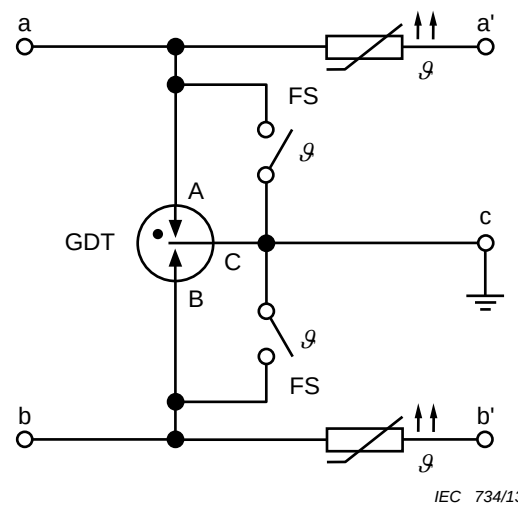
Figure 17 – 5-point protection using three-electrode GDTs

Figures 18 and 19 show another alternative using a GDT with fail-short mechanism



Components
FS fail short (failsafe) mechanism

Figure 18 – 5-point protection using two-electrode GDTs with fail-short

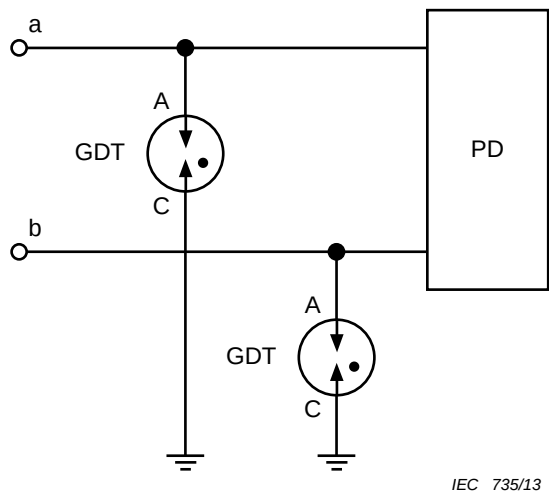


Components
FS fail short (failsafe) mechanism

Figure 19 – 5-point protection using three-electrode GDTs with fail-short

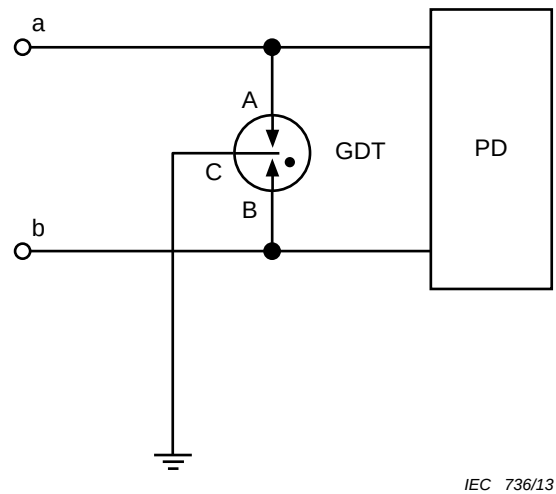
9.2 Telephone/fax/modem protection

Telephones, faxes and modems are increasingly being equipped with sophisticated electronics. Typical circuits used to protect them with GDTs are shown in Figures 20 and 21. In the event of an overvoltage, the GDT protects both exchange lines by conducting the surge current away to ground.



Components
a tip
b ring
PD protected device

Figure 20 – Telephone/fax/modem protection using two-electrode GDTs



Components
a tip
b ring
PD protected device

Figure 21 – Telephone/fax/modem protection using three-electrode GDTs

9.3 Cable TV/coaxial cable protection

GDTs are particularly well suited for protecting coaxial cables frequently laid in CATV networks, as they do not disturb the system even at high frequencies thanks to their low self-capacitance of typically 0,5 to 1 pF. The GDT is contained in the coaxial protection module

where it is connected between the central conductor and the shielding. It is recommended to ground either the shielding or the housing of the protection module, depending on the application (Figure 22).

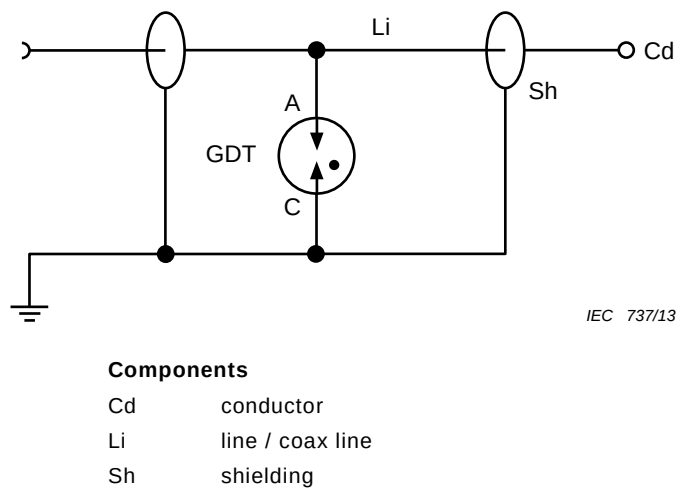


Figure 22 – Cable TV/ coaxial cable protection

9.4 AC line protection

Telecommunications installations as well as CATV amplifiers, CB transmitters, home entertainment systems, computers and similar equipment can be exposed to voltage surges conducted via the power network. The combination of a GDT and a varistor offers proven protection in these cases. The phase and neutral conductors are connected to ground potential of both protection elements (Figure 23).

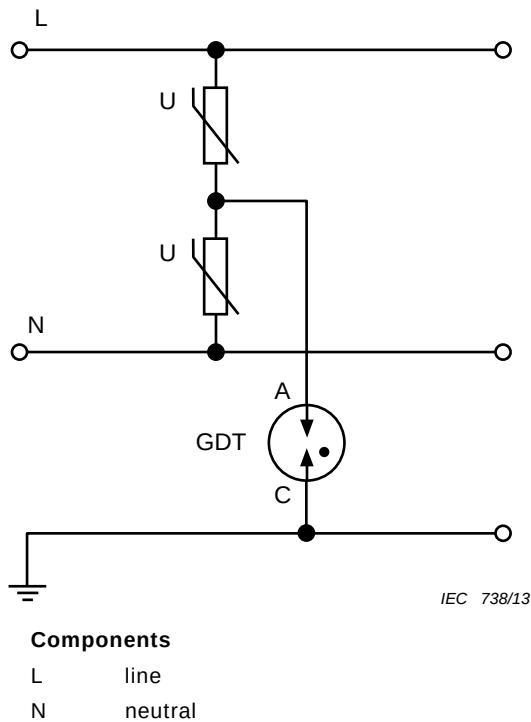


Figure 23 – AC line protection

Bibliography

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEEE C62.45, *IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits*, 2002

DIN VDE 0845-1, *Protection of telecommunication systems against lightning, electrostatic discharges and overvoltages from electric power installations*, 1987

Environmental tests

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

GDT component tests besides IEC 61643-311

IEEE C62.31, *IEEE Standard Test Specifications for Gas-Tube Surge-Protective Device Components*, 2006

ITU-T Recommendation K.12 (05/2010), *Characteristics of gas discharge tubes for the protection of telecommunications installations*

RUS, *Specification for Gas Tube Surge Arresters* (RUS Bulletin 345-83, PE 80, July 1979)

SPD tests

IEC 61643-11, *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods*

IEC 61643-21, *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Termes, définitions et symboles	27
3.1 Termes et définitions	27
3.2 Symboles	30
4 Conditions de service	30
4.1 General	30
4.2 Basse température	30
4.3 Pression atmosphérique et altitude.....	30
4.4 Température ambiante	30
4.5 Humidité relative	31
5 Exigences mécaniques et matériaux.....	31
5.1 General	31
5.2 Robustesse des sorties	31
5.3 Soudabilité	31
5.4 Rayonnement	31
5.5 Marquage	31
6 Généralités.....	31
7 Construction	32
7.1 Conception	32
7.2 Description	32
7.3 Défaillance en court-circuit (sécurité intégrée).....	33
8 Fonctionnement.....	34
8.1 Principe de protection.....	34
8.2 Mode de fonctionnement	34
8.3 Comportement de réponse	35
8.3.1 Comportement de réponse statique	35
8.3.2 Comportement de réponse dynamique.....	35
8.4 Défaillance en court-circuit (sécurité intégrée).....	36
9 Applications.....	37
9.1 Circuits de protection	37
9.1.1 General	37
9.1.2 Protection à 2 points (lignes de signal)	38
9.1.3 Protection à 3 points.....	38
9.1.4 Protection à 5 points.....	39
9.2 Protection des téléphones/télécopieurs/modems	40
9.3 Protection de câblodistribution/câble coaxial	41
9.4 Protection de ligne c.a.....	42
Bibliographie.....	43
Figure 1 – Caractéristiques de tension et de courant d'un TDG	28
Figure 2 – Symbole pour un TDG à deux électrodes	30
Figure 3 – Symbole pour un TDG à trois électrodes	30
Figure 4 – Exemple d'un TDG à deux électrodes	33

Figure 5 – Exemple d'un TDG à trois électrodes	33
Figure 6 – Construction à sécurité intégrée d'un TDG à trois électrodes utilisant une pastille de soudure comme entretoise sensible	34
Figure 7 – Construction à sécurité intégrée d'un TDG à trois électrodes, à feuilles plastiques comme entretoise sensible	34
Figure 8 – Comportement de réponse type d'un TDG de 230 V	36
Figure 9 – Tensions de décharge en fonction du temps de réponse	36
Figure 10 – Courant circulant dans le TDG en fonction du temps de réponse du mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)	37
Figure 11 – Protection à 2 points (ligne de signal)	38
Figure 12 – Protection à 3 points utilisant des TDG à deux électrodes	38
Figure 13 – Protection à 3 points utilisant des TDG à trois électrodes	38
Figure 14 – Protection à 3 points utilisant des TDG à deux électrodes avec défaillance en court-circuit	39
Figure 15 – Protection à 3 points utilisant des TDG à trois électrodes avec défaillance en court-circuit	39
Figure 16 – Protection à 5 points utilisant des TDG à deux électrodes	39
Figure 17 – Protection à 5 points utilisant des TDG à trois électrodes	39
Figure 18 – Protection à 5 points utilisant des TDG à deux électrodes avec défaillance en court-circuit	40
Figure 19 – Protection à 5 points utilisant des TDG à trois électrodes avec défaillance en court-circuit	40
Figure 20 – Protection des téléphones/télécopieurs/modems utilisant des TDG à deux électrodes	41
Figure 21 – Protection des téléphones/télécopieurs/modems utilisant des TDG à trois électrodes	41
Figure 22 – Protection de câblodistribution/câble coaxial	41
Figure 23 – Protection de ligne c.a.	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS POUR PARAFOUDRES BASSE TENSION –

Partie 312: Principes de choix et d'application pour les tubes à décharge de gaz

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 61643-312 a été établie par le sous-comité 37B: Composants spécifiques aux parafoudres et aux dispositifs de protection contre les surtensions, du comité d'études 37 de la CEI: Parafoudres.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37B/114/FDIS	37B/120/RVD

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

Cette publication a été rédigée conformément aux Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61643, présentées sous le titre général *Composants pour parafoudres basse tension*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

COMPOSANTS POUR PARAFODRES BASSE TENSION –

Partie 312: Principes de choix et d'application pour les tubes à décharge de gaz

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61643 est applicable aux tubes à décharge de gaz (TDG) utilisés pour la protection contre les surtensions des réseaux de télécommunications, de signaux et de distribution basse tension, dont les tensions nominales de réseau sont inférieures ou égales à 1 000 V (valeurs efficaces) c.a. et 1 500 V c.c. Ils sont définis comme un éclateur ou des éclateurs avec deux ou trois électrodes métalliques hermétiquement scellées de sorte que le mélange et la pression de gaz soient sous contrôle. Ils sont conçus pour protéger des matériels ou des personnes, ou les deux, contre des surtensions transitoires élevées. La présente norme fournit des informations relatives aux caractéristiques et aux applications des circuits des TDG comportant deux ou trois électrodes. La présente norme ne traite pas des exigences applicables aux parafoudres complets, ni de la totalité des exigences relatives aux TDG utilisés dans les dispositifs électroniques, où une coordination précise entre les performances des TDG et la résistance des parafoudres aux surtensions est primordiale.

La présente partie de la CEI 61643

- ne traite pas des montages et de leurs effets sur les caractéristiques des TDG. Les caractéristiques indiquées ne sont applicables qu'aux TDG installés selon les conditions indiquées pour les essais;
- ne traite pas des dimensions mécaniques;
- ne traite pas des exigences d'assurance de qualité;
- peut ne pas être suffisante pour les TDG utilisés dans les systèmes à haute fréquence (>30 MHz);
- ne traite pas des tensions électrostatiques;
- ne traite pas des composants hybrides de protection contre les surtensions ou des TDG composites.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

CEI 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

CEI 61643-311, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 311: Spécifications pour les tubes à décharge dans un gaz (TDG)*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

courant d'arc

courant s'écoulant après amorçage lorsque l'impédance du circuit permet le passage d'un courant supérieur au courant de transition d'arc lumineux

3.1.2

tension d'arc

tension en mode d'arc

chute de tension dans le TDG lors du passage du courant d'arc

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1a, région A.

3.1.3

courant de transition arc-luminescence

courant nécessaire pour faire passer le TDG du mode arc au mode lumineux

3.1.4

temps de blocage du courant

temps nécessaire au TDG pour se retrouver à l'état non passant après une période de conduction

Note 1 à l'article: Ceci s'applique uniquement à un état dans lequel le TDG est exposé à un potentiel en courant continu (voir maintien continu).

3.1.5

tension continue de décharge

tension continue de claquage

tension pour laquelle le TDG passe d'une haute impédance non passante à un état de conduction lors de l'application d'une tension continue augmentant lentement jusqu'à 2 kV/s

Note 1 à l'article: Le gradient de montée pour les mesures de la tension continue de décharge est habituellement inférieur ou égal à 2 000 V/s.

3.1.6

maintien continu

état dans lequel un TDG continue de conduire après avoir été soumis à un choc d'amplitude suffisante pour entraîner un claquage

Note 1 à l'article: Dans le cas d'une tension continue dans une ligne. Les paramètres affectant le temps de retour à l'état passant (temps de blocage du courant) comprennent la tension et le courant continus.

3.1.7

tension continue de maintien

tension continue maximale aux bornes d'un tube à décharge dans un gaz pour laquelle le TDG revient à l'état d'impédance élevée après un choc, dans des conditions spécifiques

3.1.8

courant de décharge

courant s'écoulant dans le TDG après la décharge

Note 1 à l'article: Si ce courant est alternatif, sa valeur est efficace. Si ce courant est un courant de choc, sa valeur est la valeur de crête.

3.1.9

tension de décharge

tension résiduelle d'un parafoudre

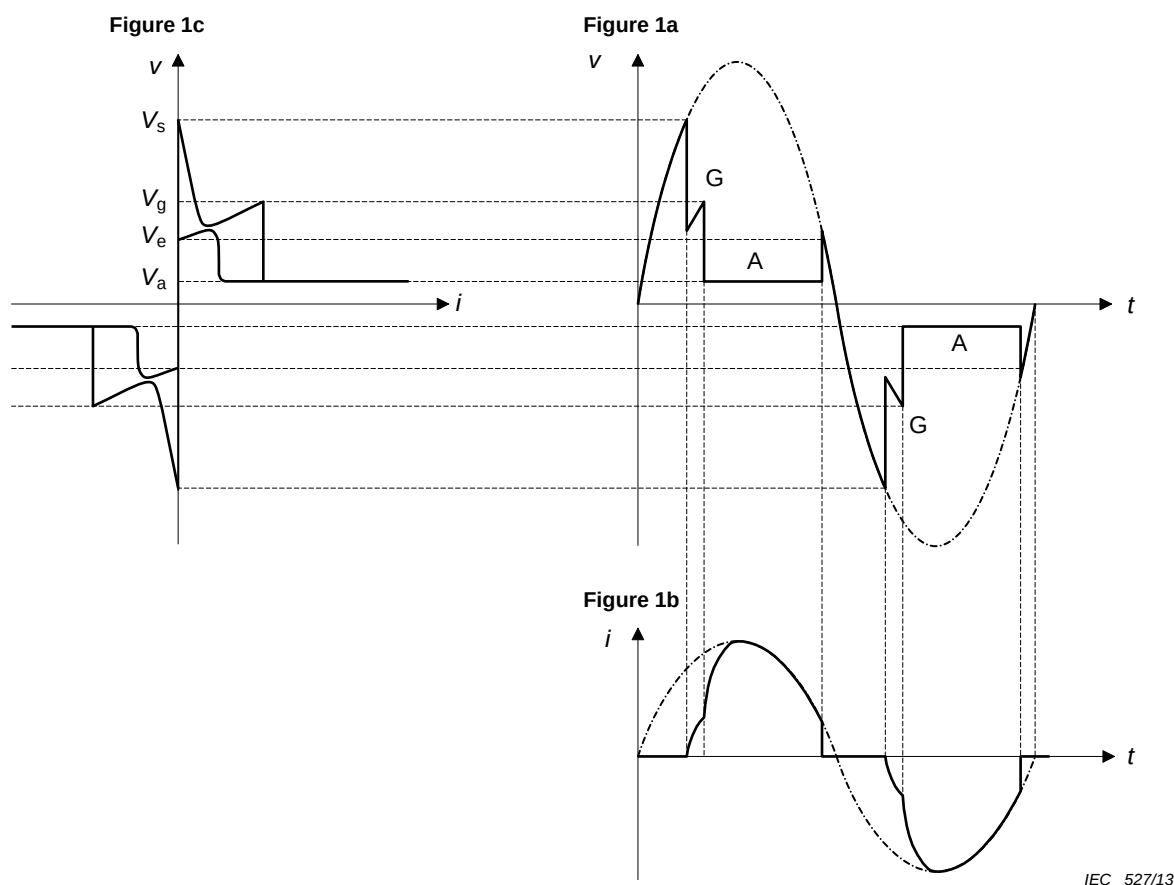
valeur de crête de la tension aux bornes d'un TDG lors du passage du courant de décharge

3.1.10

caractéristique de décharge courant/tension

caractéristique V/I

variation des valeurs de crête de tension de décharge en fonction du courant de décharge



IEC 527/13

Légende

V_s	Tension de décharge	V_a	Tension d'arc	G	Gamme en mode lumineux
V_{gl}	Tension lumineuse	V_e	Tension d'extinction	A	Gamme en mode arc

Figure 1a – Tension au TDG en fonction du temps lors de la limitation d'une tension sinusoïdale

Figure 1b – Courant au TDG en fonction du temps lors de la limitation d'une tension sinusoïdale

Figure 1c – Caractéristique V/I du TDG obtenue en combinant les graphiques de tension et de courant

Figure 1 – Caractéristiques de tension et de courant d'un TDG

3.1.11

tension d'extinction

tension à laquelle la décharge (passage du courant) cesse

3.1.12**défaillance en court-circuit
sécurité intégrée**

mécanisme de court-circuit externe activé thermiquement

3.1.13**courant de suite**

courant que conduit le TDG d'une source de puissance raccordée après décharge

Note 1 à l'article: Le TDG est supposé s'éteindre après la décharge pour éviter un échauffement excessif.

3.1.14**tube à décharge dans un gaz
TDG**

éclateur ou éclateurs avec deux ou trois électrodes métalliques hermétiquement scellées de sorte que le mélange et la pression de gaz soient sous contrôle, conçu(s) pour la protection des matériels ou des personnes, ou des deux, contre les surtensions transitoires élevées

3.1.15**courant luminescent
courant en mode luminescent**

courant s'écoulant après amorçage lorsque l'impédance du circuit limite le courant de suite à une valeur inférieure à celle du courant de transition luminescence-arc

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1a région G.

3.1.16**courant de transition luminescence-arc**

courant nécessaire au TDG pour passer du mode luminescent au mode arc

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1a région G.

3.1.17**tension luminescente
tension en mode luminescent**

valeur de crête de la chute de tension aux bornes du TDG lors du passage du courant luminescent

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1a, région G.

3.1.18**tension d'amorçage de choc**

valeur la plus élevée de la tension obtenue par un choc de taux d'accroissement et de polarité spécifiés appliquée entre les bornes du TDG avant l'apparition du courant de décharge

3.1.19**tension nominale continue de décharge**

tension spécifiée par le fabricant pour définir la valeur cible des tensions de décharge d'un type particulier de produits TDG

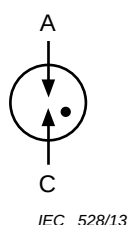
Note 1 à l'article: La valeur nominale correspond généralement à un nombre arrondi, tel que: 75 V, 90 V, 150 V, 200 V, 230 V, 250 V, 300 V, 350 V, 420 V, 500 V, 600 V, 800 V, 1 000 V, 1 200 V, 1 400 V, 1 800 V, 2 100 V, 2 700 V, 3 000 V, 3 600 V, 4 000 V et 4 500 V

Note 2 à l'article: Il convient que les valeurs intermédiaires fassent l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

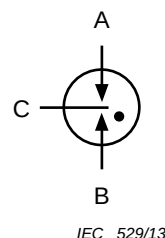
3.1.20 décharge amorçage

transition brutale de la résistance d'éclateur d'une valeur infinie à une valeur relativement faible

3.2 Symboles



**Figure 2 – Symbole pour un TDG
à deux électrodes**



**Figure 3 – Symbole pour un TDG
à trois électrodes**

Les Figures 2 et 3 démontrent les symboles pour des TDG à deux et à trois électrodes.

4 Conditions de service

4.1 General

Le TDG de base est relativement insensible à la température, à la pression de l'air et à l'humidité. Les TDG munis d'un mécanisme de défaillance en court-circuit ont un niveau inférieur de température assignée élevée en raison de la nature thermique de la défaillance en court-circuit. Les lignes directrices du fabricant doivent être suivies lors du soudage des TDG à mécanisme de défaillance en court-circuit pour éviter la mise en fonctionnement prématurée du mécanisme de court circuit. A titre de référence, des valeurs et des gammes normalisées de température, de pression d'air et d'humidité sont données dans les Paragraphes 4.2 à 4.5.

4.2 Basse température

Un TDG doit résister à l'essai Aa $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la CEI 60068-2-1, d'une durée de 2 h, sans dommage. Sous $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, il doit satisfaire aux exigences de résistance au choc de décharge continue du Tableau 1.

4.3 Pression atmosphérique et altitude

La pression atmosphérique est comprise entre 80 kPa et 106 kPa.

Ces valeurs représentent une altitude de +2 000 m à -500 m respectivement.

4.4 Température ambiante

Pour les applications du Paragraphe 4.4, la température ambiante est la température de l'air ou d'autres milieux, au voisinage immédiat du composant.

plage de fonctionnement (TDG sans sécurité intégrée): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$

plage de fonctionnement (TDG avec sécurité intégrée): $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

NOTE Ceci correspond à la classe 3K7 dans la CEI 60721-3-3.

gamme de stockage (TDG sans sécurité intégrée): -40 °C à $+90\text{ °C}$

gamme de stockage (TDG avec sécurité intégrée): -40 °C à $+40\text{ °C}$

4.5 Humidité relative

Dans le présent article, l'humidité relative est exprimée en pourcentage, représentant le rapport de la pression de vapeur partielle et effective à la pression de vapeur de saturation à une température donnée, voir 4.4, et à une pression donnée, voir 4.3.

plage normale: 5 % à 95 %

NOTE Ceci correspond au code AB4 dans la CEI 60364-5-51.

5 Exigences mécaniques et matériaux

5.1 General

L'Article 5 répertorie les exigences normalisées pour les sorties, la soudabilité, le rayonnement et le marquage. L'exigence en matière de rayonnement constitue un élément important à vérifier dans la mesure où des TDG contenant des matériaux radioactifs continuent d'être fabriqués.

5.2 Robustesse des sorties

L'utilisateur doit spécifier, si cela est applicable, un essai approprié de la CEI 60068-2-21.

5.3 Soudabilité

La soudabilité des bornes doit satisfaire aux exigences de l'essai Ta, méthode 1 de la CEI 60068-2-20.

5.4 Rayonnement

Les tubes à décharge dans un gaz ne doivent pas contenir de matériau radioactif.

5.5 Marquage

Un marquage lisible et permanent doit figurer sur le TDG afin que l'utilisateur puisse connaître, par examen, les informations suivantes:

Chaque TDG doit comporter les informations suivantes:

- tension nominale continue de décharge
- date de fabrication ou numéro de lot
- nom du fabricant ou marque de fabrique
- numéro de partie
- marquage d'approbation de la sécurité

NOTE 1 Les informations nécessaires peuvent également être codées.

Lorsque l'espace n'est pas suffisant pour l'impression de ces données, il convient de le prévoir dans la documentation technique après accord entre le fabricant et l'acheteur.

6 Généralités

En raison du degré élevé de complexité de la physique à décharge de gaz sur laquelle le fonctionnement des TDG est basé, les performances des TDG dépendent largement de

l'expertise technique du fabricant. Par conséquent, les propriétés et caractéristiques électriques des TDG (tolérances, valeurs d'amorçage, etc.) sont diverses.

7 Construction

7.1 Conception

Les TDG sont constitués de deux électrodes métalliques ou plus qui sont séparées par un ou plusieurs éclateurs dans une enveloppe hermétiquement fermée contenant un gaz inerte ou un mélange de gaz, habituellement en dessous de la pression atmosphérique. Les gaz utilisés sont entre autres l'argon, l'hélium, l'hydrogène et l'azote. L'espacement entre les électrodes est maintenu à l'aide d'éléments en céramique, en verre ou autres matériaux d'isolation qui peuvent faire partie de l'enveloppe scellée. Les électrodes sont munies d'une variété de sorties adaptées à leur montage sur les cartes de circuits imprimés, les bornes des agrafes, les prises ou à leur introduction dans un protecteur.

7.2 Description

Les propriétés électriques d'un chemin ouvert à décharge de gaz dépendent largement des paramètres d'environnement tels que le type de gaz, la pression de gaz, l'humidité et la pollution. Les conditions stables ne peuvent être garanties que si le chemin de décharge est protégé contre ces influences environnementales. Le principe de conception des TDG est basé sur cette exigence. Une technique établie de connexion de l'isolant et de l'électrode permet le scellage hermétique de l'espace de décharge.

Le type et la pression du gaz dans l'espace de décharge peuvent ainsi être sélectionnés sur la base de critères optimaux. Les gaz rares comme l'argon et le néon sont surtout utilisés dans les parafoudres à gaz puisqu'ils garantissent des caractéristiques électriques optimales pendant toute la durée de vie utile du composant.

Un composé activant est appliqué aux faces réelles des électrodes pour augmenter l'émission d'électrons. Les électrodes sont généralement espacées de moins de 1 mm. La combinaison du composé activant et de la distance de séparation des électrodes diminue le fonctionnement des électrodes et augmente la stabilité de la tension d'amorçage par rapport aux surintensités répétées.

Les dispositifs d'amorçage sont fixés à la face cylindrique interne de l'isolant pour obtenir des caractéristiques de réponse optimale à des gradients de montée rapides. Ces dispositifs d'amorçage déforment le champ électrique, ce qui augmente la vitesse d'ionisation du gaz. Les caractéristiques électriques du TDG, telles que la tension continue de décharge, la capacité de maintien du courant alternatif de décharge et de choc ainsi que la durée de vie utile, peuvent être optimisées pour satisfaire aux exigences spécifiques de plusieurs systèmes. Ceci est obtenu en modifiant le type et la pression du gaz, l'espacement entre les électrodes et le revêtement à pouvoir émissif des électrodes.

Les Figures 4 et 5 donnent des exemples de construction de TDG à deux et à trois électrodes.

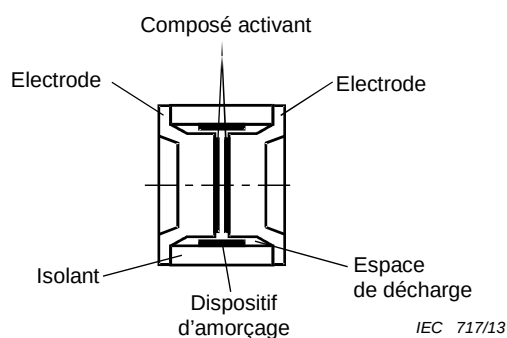


Figure 4 – Exemple d'un TDG à deux électrodes

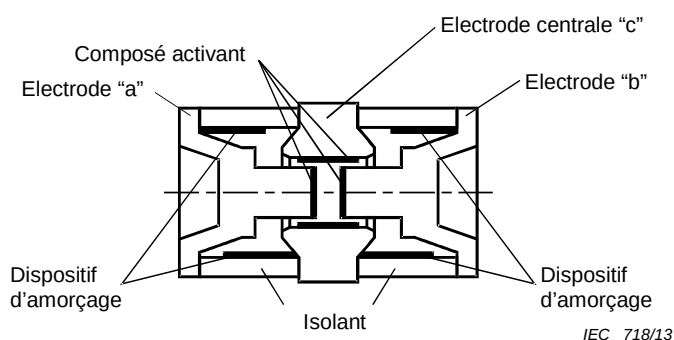


Figure 5 – Exemple d'un TDG à trois électrodes

7.3 Défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

Les TDG sont généralement conçus pour des charges d'impulsion. Il convient d'utiliser des TDG à sécurité intégrée en cas de surcharges permanentes (contact du secteur par exemple). Ce mécanisme de court-circuit externe empêche la production excessive d'énergie thermique pendant le fonctionnement du TDG par des séquences de pontage.

Le mécanisme à sécurité intégrée comprend généralement un ressort mécanique de court-circuit et une entretoise sensible à la température, qui empêche le pontage du TDG jusqu'à l'atteinte d'une température donnée.

Les performances du mécanisme de défaillance en court-circuit dépendent de l'environnement thermique dudit mécanisme. Le profil de la soudure utilisée pour le TDG peut se révéler déterminant. Il convient d'observer les recommandations faites par le fabricant pour le montage et le traitement. L'entretoise de défaillance en court-circuit, utilisée pour maintenir l'interrupteur en état de marche (ouvert), présente des températures de fusion type $>200\text{ °C}$ pour certains types d'entretoise de soudure. Pour les entretoises à feuilles plastiques, les températures de fusion type sont de 140 °C ou de 260 °C en fonction de leur composition. Si un profil de soudure et un dispositif de montage inappropriés sont utilisés, l'entretoise fond et la taille du TDG est réduite après le soudage. Lorsqu'une surcharge permanente de courant se produit, l'échauffement du TDG déclenche le fonctionnement de l'interrupteur de défaillance en court-circuit. Il convient d'accorder une attention particulière à la coordination entre la température de soudage du TDG sur la carte de circuit et la température de fonctionnement du mécanisme de défaillance en court-circuit pour éviter le dessoudage du TDG. Dans les conditions de surcharge de courant, le rayonnement thermique du TDG sur les composants adjacents constitue un autre facteur à prendre en considération.

Il existe des constructions à sécurité intégrée pour les TDG à deux et à trois électrodes. Les Figures 6 et 7 donnent deux exemples de constructions pour les TDG à trois électrodes.

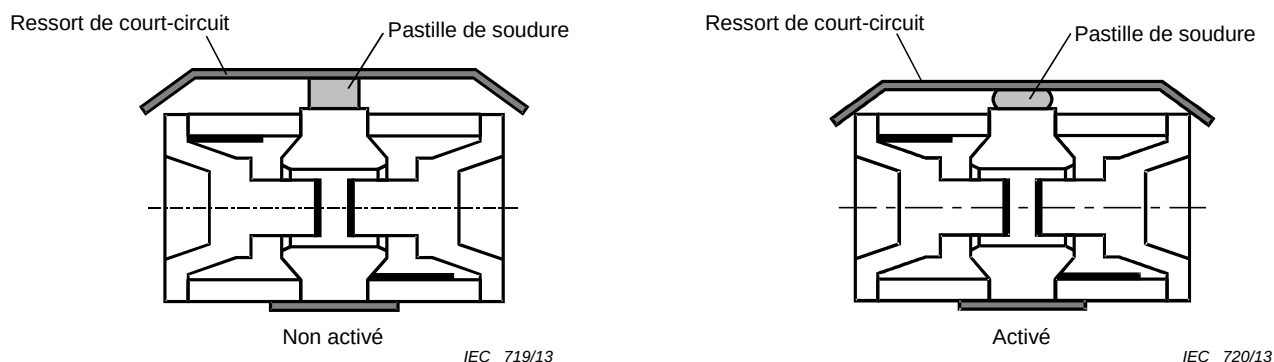


Figure 6 – Construction à sécurité intégrée d'un TDG à trois électrodes utilisant une pastille de soudure comme entretoise sensible

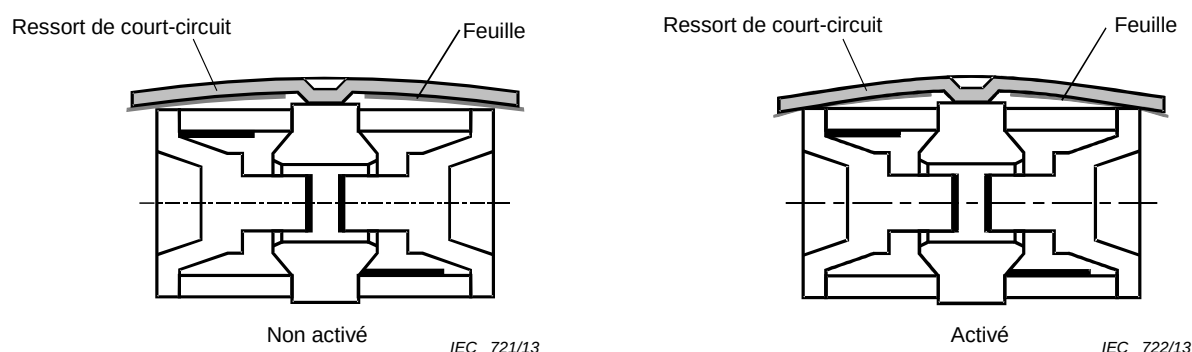


Figure 7 – Construction à sécurité intégrée d'un TDG à trois électrodes, à feuilles plastiques comme entretoise sensible

8 Fonctionnement

8.1 Principe de protection

En général, une décharge survient dès que les surtensions dépassent la résistance électrique de l'isolation d'un réseau. Pour empêcher la surtension de ce réseau, il est nécessaire d'installer un TDG avec des capacités appropriées de limitation de tension. Une surtension dépassant la tension de décharge du TDG amène ce dernier à passer tout d'abord au mode luminescent pour ensuite commencer à limiter l'amplitude de la surtension. A mesure que le courant augmente, le TDG passe alors du mode luminescent à son mode d'arc. Ceci réduit et limite davantage la surtension autour de 10 V à 35 V en fonction de la technologie du TDG. Les TDG utilisent ce principe naturel de limitation des surtensions. Voir la CEI 61643-311 pour les circuits d'essai utilisés pour l'établissement des paramètres d'un TDG.

8.2 Mode de fonctionnement

Un TDG simplifié peut être comparé à un interrupteur à faible capacité symétrique dont la résistance peut augmenter de plusieurs $G\Omega$ en fonctionnement normal à des valeurs $<1 \Omega$ après l'amorçage causé par une surtension. Le TDG revient automatiquement à son état initial de haute impédance après la chute de la tension.

La Figure 3a présente la courbe de tension du TDG et la Figure 3b présente la courbe de courant en fonction du temps lors de la limitation d'une surtension sinusoïdale. Pratiquement aucun courant ne passe pendant la montée de la tension jusqu'à la tension de décharge V_s du

TDG. Après l'amorçage, la tension chute au niveau de la tension lumineuse V_{gl} (70 V à 200 V selon le type, avec un courant de plusieurs dizaines de mA jusqu'à environ 1,5 A) dans la gamme en mode lumineux G. A mesure que le courant augmente, le passage au mode A (mode d'arc) se produit. La tension d'arc très basse V_a de 10 V à 35 V caractéristique de ce mode est pratiquement indépendante du courant sur une large gamme. Avec une surtension décroissante (c'est-à-dire dans la seconde moitié de l'onde), le courant passant par le TDG décroît en conséquence jusqu'à chuter au-dessous de la valeur minimale nécessaire au maintien du mode d'arc. Par conséquent, la décharge d'arc s'arrête de façon soudaine et, après passage par le mode lumineux, le TDG s'éteint à une tension V_e .

La caractéristique V/I du TDG présentée à la Figure 3c a été obtenue en combinant les graphiques de tension et de courant en fonction du temps.

8.3 Comportement de réponse

8.3.1 Comportement de réponse statique

Si une tension à faible gradient de montée (en général 100 V/S) est appliquée au TDG, la tension de décharge V_s est principalement déterminée par l'espacement entre les électrodes, le type et la pression de gaz et par le degré de pré-ionisation du gaz rare confiné. La valeur d'amorçage est définie comme la tension continue de décharge.

8.3.2 Comportement de réponse dynamique

A un gradient de montée rapide, la tension de décharge V_s du TDG dépasse la tension continue de décharge. Cet effet est provoqué par l'intervalle de temps nécessaire à l'ionisation du gaz. Toutes ces tensions dynamiques de décharge sont soumises à d'importantes variations statistiques.

Cependant, la valeur moyenne de distribution de la tension de décharge peut être significativement réduite en fixant le dispositif d'amorçage sur la surface interne du TDG. Ceci réduit considérablement la limite supérieure du domaine de tolérance et limite aussi la propagation de la tension de décharge. La tension d'amorçage dans cette gamme dynamique est définie comme la tension d'amorçage de choc.

En général, les deux gradients de montée de tension de 100 V/ μ s et 1 kV/ μ s sont utilisés pour évaluer la caractéristique dynamique des parafoudres (Figure 8).

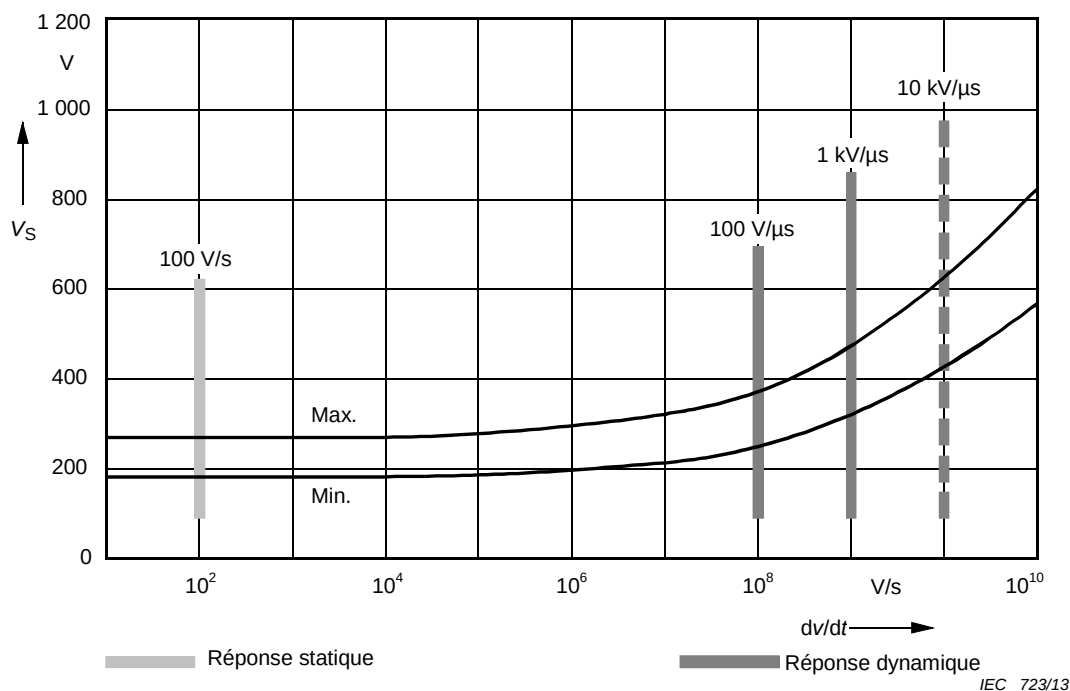


Figure 8 – Comportement de réponse type d'un TDG de 230 V

La Figure 9 illustre un exemple de corrélation entre le temps de réponse et les tensions de décharge.

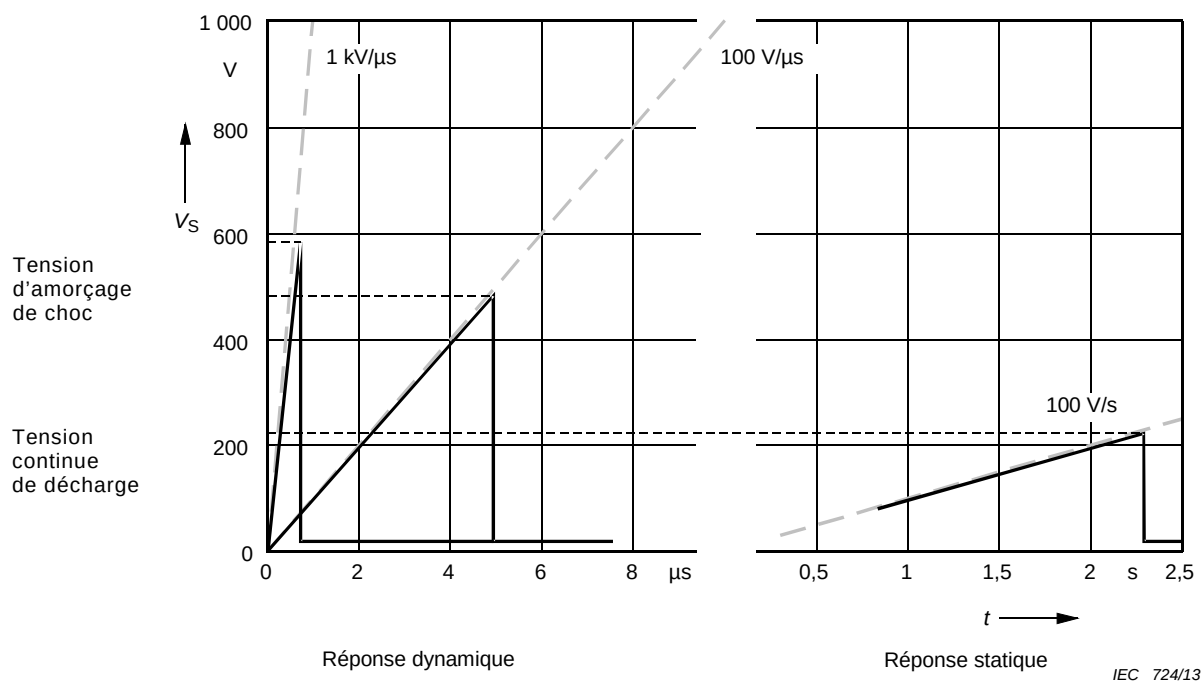


Figure 9 – Tensions de décharge en fonction du temps de réponse

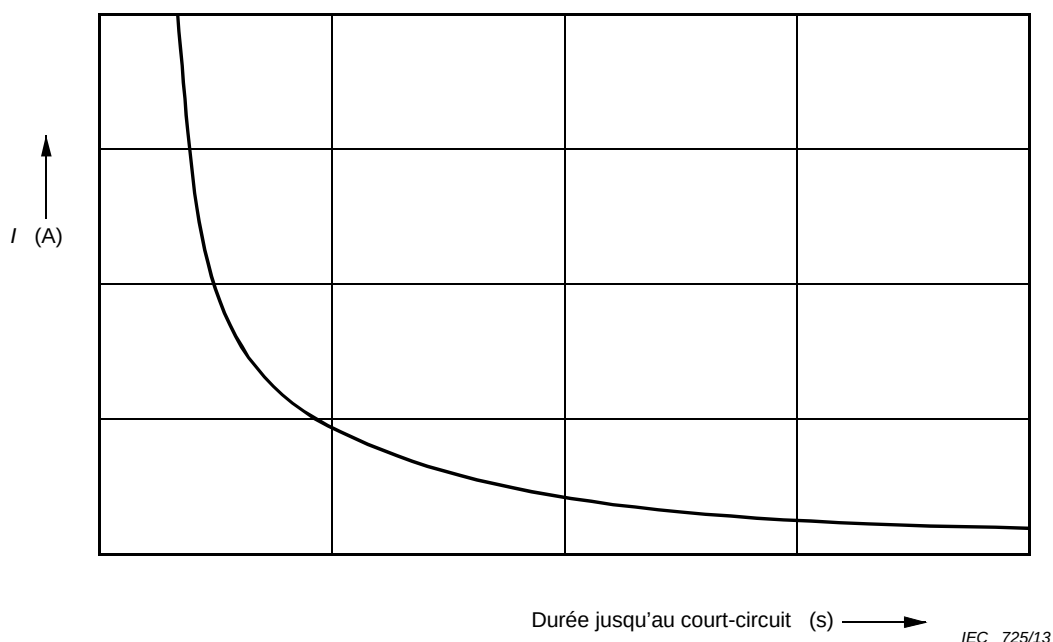
8.4 Défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

En cas d'influences comme par exemple, un contact direct entre les lignes d'énergie électrique et de télécommunication, le courant circule dans le parafoudre en état d'amorçage pendant une longue période de temps. La température du TDG monte au maximum. Le

matériel doit alors être protégé contre la surcharge thermique pendant la montée en température. L'échauffement est détecté par un mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée). L'entretoise (pastille de soudure, feuilles plastiques ou dispositif mécanique) qui à priori maintient le ressort de court-circuit à une distance des électrodes, fond à une température déterminée par le choix du matériau utilisé. Le ressort de court-circuit, qui est précontraint, chute donc sur les électrodes et les court-circuite.

Par ailleurs, une attention particulière doit être accordée aux pannes électriques de longue durée susceptibles de provoquer l'échauffement du TDG à l'origine de la perte des connexions de soudure sur la carte de circuit, avant d'atteindre la température de fonctionnement du mécanisme de défaillance en court-circuit.

La Figure 10 présente une caractéristique type de court-circuit en fonction du courant circulant dans le TDG. Cette caractéristique peut être affectée par la conductivité thermique du support. Par conséquent, la coordination entre le composant et le boîtier doit être par la suite vérifiée par un essai de type.



IEC 725/13

Figure 10 – Courant circulant dans le TDG en fonction du temps de réponse du mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

9 Applications

9.1 Circuits de protection

9.1.1 General

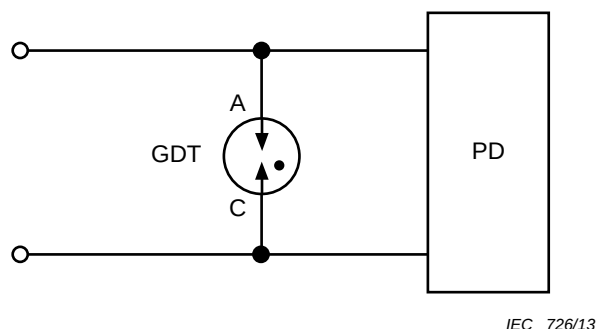
Les circuits de base suivants illustrent des configurations normalisées des TDG utilisés dans les circuits de protection pour le secteur des télécommunications. En règle générale, les solutions de protection à 2 points et 3 points comportent uniquement des TDG, tandis que les solutions de protection à 5 points peuvent en complément faire usage de composants de limitation de courant tels que les thermistances CTP, les bobines thermiques, les fusibles ou les limiteurs électroniques de courant.

NOTE 1 Les désignations a et b définissent la face d'entrée. Les désignations a' et b' définissent la face protégée.

NOTE 2 Dans certains cas, des fusibles en série sont utilisés pour éviter un flux excessif de courant devant les TDG (face d'entrée).

9.1.2 Protection à 2 points (lignes de signal)

Un circuit de protection à 2 points est connecté entre les câbles A/C et fonctionne en limitant la tension entre A/C et en faisant passer le courant de A à C. Les circuits à 2 points (signaux) fonctionnent souvent sans aucun conducteur de terre. Un circuit de TDG à deux électrodes situé entre les deux lignes de signal empêche la formation d'importantes différences de potentiel à l'entrée du matériel à protéger avant qu'elles ne puissent causer un éventuel dommage (Figure 11).



Composants

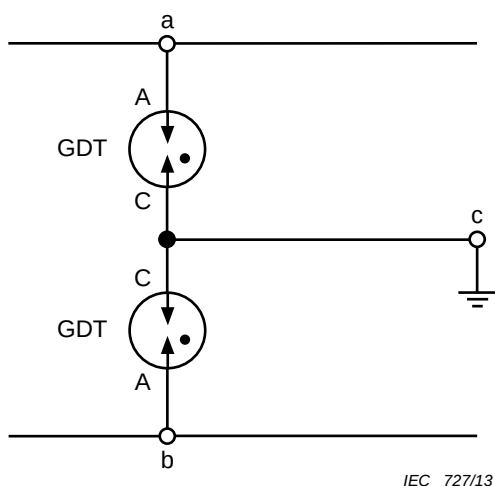
GDT TDG

PD dispositif protégé

Figure 11 – Protection à 2 points (ligne de signal)

9.1.3 Protection à 3 points

Des circuits de protection à 3 points sont connectés entre les câbles a/b et la terre et fonctionnent en faisant passer les surtensions à la terre et les surtensions entre a et b. Les TDG à deux électrodes et à trois électrodes sont utilisés (Figures 12 et 13).



GDT TDG

Figure 12 – Protection à 3 points utilisant des TDG à deux électrodes

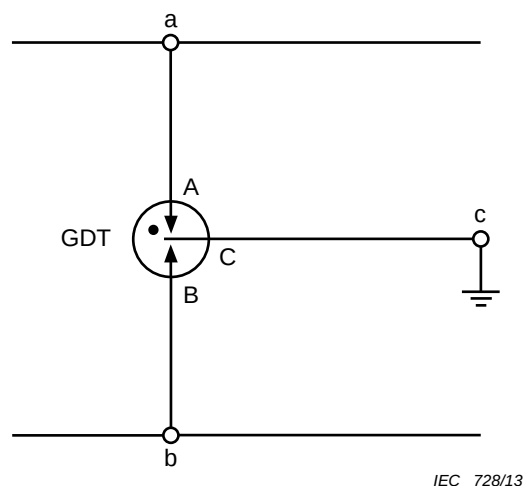
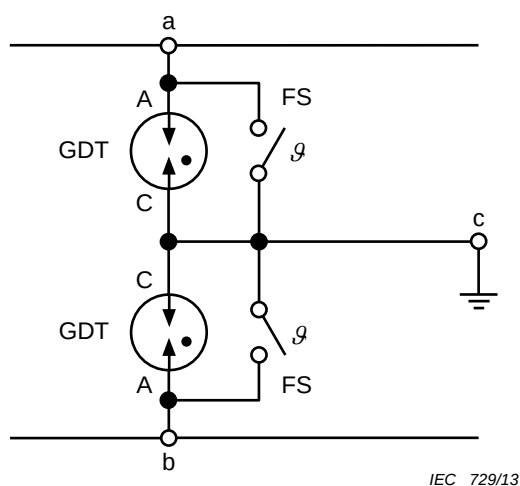


Figure 13 – Protection à 3 points utilisant des TDG à trois électrodes

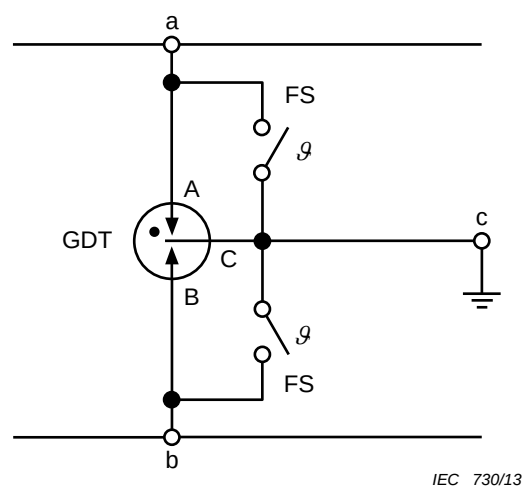
Les Figures 14 et 15 présentent une autre variante utilisant un TDG muni d'un mécanisme de défaillance en court-circuit.

**Composants**

GDT TDG

FS mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

Figure 14 – Protection à 3 points utilisant des TDG à deux électrodes avec défaillance en court-circuit

**Composants**

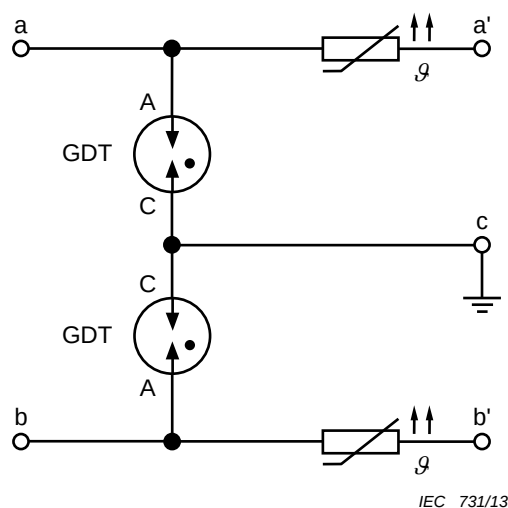
GDT TDG

FS mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

Figure 15 – Protection à 3 points utilisant des TDG à trois électrodes avec défaillance en court-circuit

9.1.4 Protection à 5 points

Un circuit de protection à 5 points comprend en plus du TDG un appareil limiteur de courant, généralement une thermistance CTP. La thermistance bloque tout flux de courant la traversant en assurant une résistance très élevée en cas de surintensité (voir les Figures 16 et 17). Cependant, il peut ne pas être toujours possible de réinitialiser une thermistance activée dans les réseaux à alimentation constante.



GDT TDG

Figure 16 – Protection à 5 points utilisant des TDG à deux électrodes

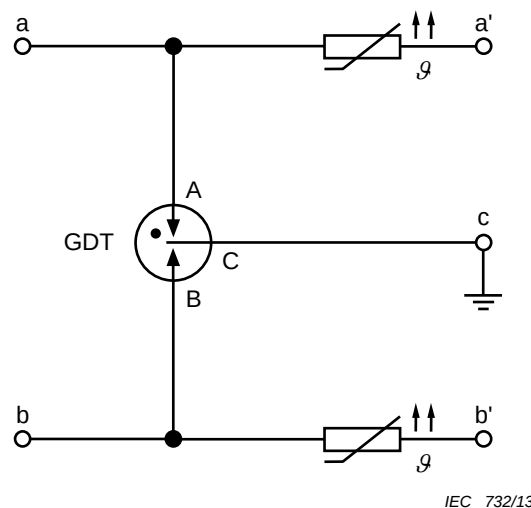
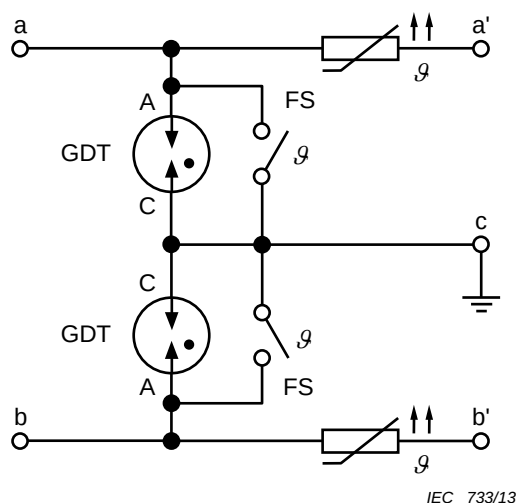


Figure 17 – Protection à 5 points utilisant des TDG à trois électrodes

Les Figures 18 et 19 présentent une autre variante utilisant un TDG muni d'un mécanisme de défaillance en court-circuit.

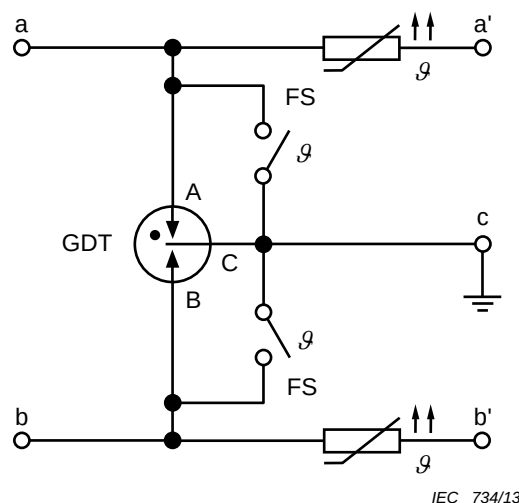


Composants

GDT TDG

FS mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

Figure 18 – Protection à 5 points utilisant des TDG à deux électrodes avec défaillance en court-circuit



Composants

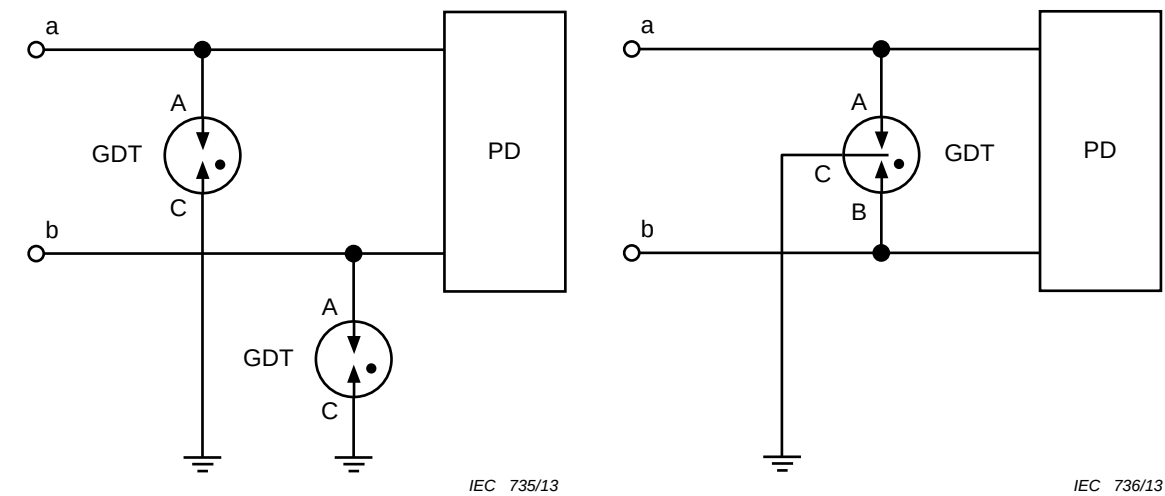
GDT TDG

FS mécanisme de défaillance en court-circuit (sécurité intégrée)

Figure 19 – Protection à 5 points utilisant des TDG à trois électrodes avec défaillance en court-circuit

9.2 Protection des téléphones/télécopieurs/modems

Les téléphones, les télécopieurs et les modems sont de plus en plus munis de composants électroniques sophistiqués. Les circuits types utilisés pour les protéger avec des TDG sont indiqués aux Figures 20 et 21. En cas de surtension, le TDG protège les deux lignes de transmission en conduisant le courant de surcharge jusqu'à la terre.



Composants

GDT	TDG
a	tête
b	nuque
PD	dispositif protégé

Figure 20 – Protection des téléphones/télécopieurs/modems utilisant des TDG à deux électrodes

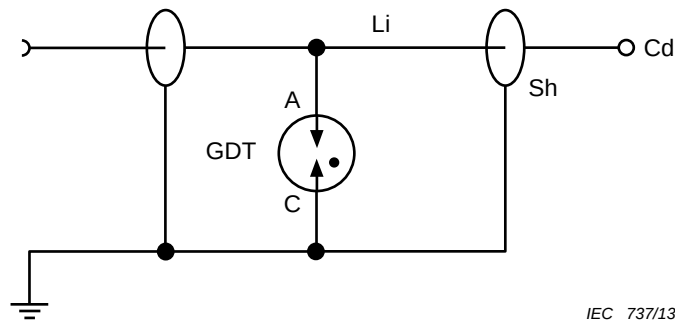
Composants

GDT	TDG
a	tête
b	nuque
PD	dispositif protégé

Figure 21 – Protection des téléphones/télécopieurs/modems utilisant des TDG à trois électrodes

9.3 Protection de câblodistribution/câble coaxial

Les TDG sont particulièrement bien adaptés à la protection des câbles coaxiaux fréquemment utilisés dans les réseaux de télévision par antenne collective, dans la mesure où ils ne perturbent pas le réseau même à des fréquences élevées grâce à la faible valeur de leur capacité interne de l'ordre de 0,5 pF à 1 pF. Le TDG est contenu dans le module coaxial de protection où il est connecté entre le conducteur central et l'écran de protection. Il est recommandé de mettre à la terre soit l'écran de protection soit le boîtier du module de protection, en fonction de l'application (Figure 22).



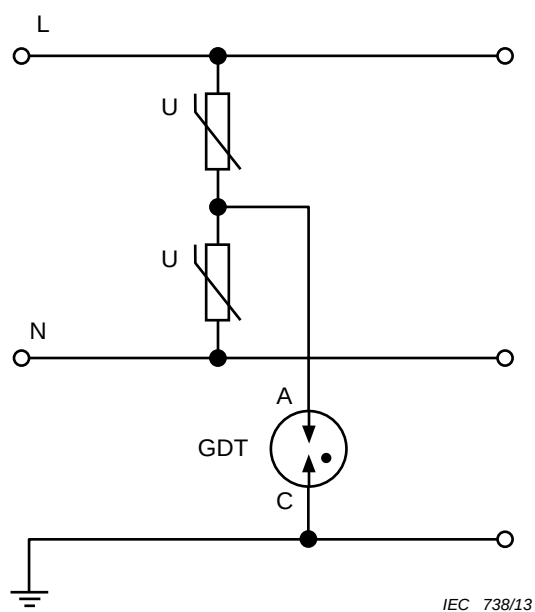
Composants

GDT	TDG
Cd	conducteur
Li	ligne/ligne coaxiale
Sh	écran de protection

Figure 22 – Protection de câblodistribution/câble coaxial

9.4 Protection de ligne c.a.

Les installations de télécommunication ainsi que les amplificateurs de télévision par antenne collective, les émetteurs à disjoncteur, les équipements de divertissement domestique, les ordinateurs et matériels similaires peuvent être exposés aux surtensions conduites par le secteur. La combinaison d'un TDG et d'une varistance assure une protection avérée dans ces cas. Les conducteurs de phase et neutres sont connectés au potentiel de terre des deux éléments de protection (Figure 23).



Composants

GDT	TDG
L	conducteur de phase
N	conducteur neutre

Figure 23 – Protection de ligne c.a.

Bibliographie

CEI 60364-5-51, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Règles communes*

IEEE C62.45, *IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits (Guide IEEE pour les essais de choc du matériel connecté aux circuits de puissance alternatifs basse tension)*, 2002 (disponible uniquement en anglais)

DIN VDE 0845-1, *Protection of telecommunication systems against lightning, electrostatic discharges and overvoltages from electric power installations*, 1987 (disponible uniquement en anglais)

Essais d'environnement

CEI 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

CEI 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

CEI 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

CEI 60721-3-3, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

Essais des composants de TDG ne relevant pas de la CEI 61643-311

IEEE C62.31, *IEEE Standard Test Specifications for Gas-Tube Surge-Protective Device Components (Spécifications d'essais IEEE pour les parafoudres à tubes à décharge de gaz)*, 2006 (disponible uniquement en anglais)

UIT-T Recommandation K.12 (05/2010), *Caractéristiques des tubes à décharge de gaz pour la protection des installations de télécommunication* (disponible uniquement en anglais)

RUS, *Specification for Gas Tube Surge Arresters* (RUS Bulletin 345-83, PE 80, July 1979) (disponible uniquement en anglais)

Essais des parafoudres

CEI 61643-11, *Parafoudres basse tension – Partie 11: Parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai*

CEI 61643-21, *Parafoudres basse tension – Partie 21: Parafoudres connectés aux réseaux de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch