

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Power transformers –

Part 22-1: Power transformer and reactor fittings – Protective devices

Transformateurs de puissance –

**Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines
d'inductance – Dispositifs de protection**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



Power transformers –

Part 22-1: Power transformer and reactor fittings – Protective devices

Transformateurs de puissance –

Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs de protection

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-6505-5

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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Service conditions	10
4.1 General.....	10
4.2 Degree of protection	10
4.3 Corrosion protection	11
4.4 Resistance to ambient conditions.....	11
4.5 Insulating liquid characteristics	11
4.6 Vibration withstand	11
4.7 Seismic requirements.....	11
5 Characteristics of switches	11
5.1 General.....	11
5.2 Dielectric strength (in accordance with IEC 60255-27).....	11
6 General requirements for routine and type test	12
7 Protective devices	12
7.1 Gas and liquid actuated relay (Buchholz relay)	12
7.1.1 Additional service conditions	12
7.1.2 Mechanical requirements	12
7.1.3 Performance requirements.....	16
7.1.4 Tests	17
7.2 Gas and liquid sampling device at man's height.....	20
7.2.1 Additional service conditions – Operating pressure	20
7.2.2 Mechanical requirements	20
7.2.3 Performance requirements – Visibility.....	20
7.2.4 Tests	20
7.3 Protective relay for hermetically sealed liquid-immersed equipment	21
7.3.1 Additional service conditions	21
7.3.2 Mechanical requirements	22
7.3.3 Performance requirements.....	24
7.3.4 Tests	25
7.4 Direct reading dial type liquid level indicators	27
7.4.1 Mechanical requirements	27
7.4.2 Performance requirements.....	28
7.4.3 Tests	28
7.5 Liquid flow indicators	29
7.5.1 Mechanical requirements	29
7.5.2 Performance requirements.....	31
7.5.3 Tests	31
7.6 Pressure relief devices.....	33
7.6.1 Additional service conditions	33
7.6.2 Mechanical requirements	33
7.6.3 Performance requirements.....	36
7.6.4 Tests	37

7.7	Pressure relief valves	38
7.7.1	Additional service conditions	38
7.7.2	Mechanical requirements	38
7.7.3	Performance requirements – Nominal operating pressure	39
7.7.4	Tests	39
7.8	Direct reading mechanical dial type liquid temperature indicators	40
7.8.1	Mechanical requirements	40
7.8.2	Performance requirements	41
7.8.3	Tests	42
7.9	Direct reading mechanical dial type winding temperature indicators	44
7.9.1	Mechanical requirements	44
7.9.2	Performance requirements	46
7.9.3	Tests	47
7.10	Shutter valve	48
7.10.1	Additional service conditions	48
7.10.2	Mechanical requirements	48
7.10.3	Functional requirements	49
7.10.4	Performance requirements	50
7.10.5	Tests	51
7.11	Liquid-flow controlled relay for on-load tap-changer	52
7.11.1	Additional service conditions	52
7.11.2	Mechanical requirements	53
7.11.3	Performance requirements	54
7.11.4	Tests	55
7.12	Sudden pressure relay	57
7.12.1	Additional service conditions	57
7.12.2	Mechanical requirements	57
7.12.3	Performance requirements	58
7.12.4	Tests	59
7.13	Dial type gas detecting device	61
7.13.1	Additional service conditions	61
7.13.2	Mechanical requirements	61
7.13.3	Performance requirements – Switches	63
7.13.4	Tests	64
7.14	Gas detecting device for sealed compartment	65
7.14.1	Additional service conditions	65
7.14.2	Mechanical requirements	66
7.14.3	Performance requirements	67
7.14.4	Tests	68
7.15	Leakage detector for insulating liquid to water heat exchangers	69
7.15.1	Additional service conditions	69
7.15.2	Mechanical requirements	70
7.15.3	Performance requirements	70
7.15.4	Tests	71
	Bibliography	73
	Figure 1 – DN 25 to 100 with circular flanges	14
	Figure 2 – DN 25 with threaded connections	15

Figure 3 – Gas and liquid operated relay with rectangular flanges for DN 80 mm	16
Figure 4 – Outline and mounting details: general view	23
Figure 5 – Fixing detail and terminal box arrangement	24
Figure 6 – Flange interface	35
Figure 7 – Maximum overall dimensions	36
Figure 8 – Mounting interface and general overall dimensions	39
Figure 9 – General overall dimensions	54
Figure 10 – Overall dimensions	58
Figure 11 – Sudden pressure rise relay response curves	59
Figure 12 – Overall dimensions	63
Figure 13 – Mounting arrangement	65
Figure 14 – Mounting dimensions	67
Table 1 – Dielectric strength of switches – Power frequency	12
Table 2 – Dielectric strength of switches – Impulse	12
Table 3 – Preferred dimensions of relay body in mm	14
Table 4 – Flange dimensions in mm	14
Table 5 – Alternative dimensions of relay in mm	15
Table 6 – Alternative flange dimensions of the relay in mm	15
Table 7 – Making and breaking capacity – Buchholz relay	16
Table 8 – Steady liquid flow for relay operation	17
Table 9 – Identification of relays	23
Table 10 – Making and breaking capacity – Protective relay	25
Table 11 – Making and breaking capacity – OLI	28
Table 12 – Making and breaking capacity – OFI	31
Table 13 – Fixing interface dimensions according to Figure 6	34
Table 14 – Overall dimensions according to Figure 7	35
Table 15 – Making and breaking capacity – PRD	37
Table 16 – Fixing interface and overall dimensions according to Figure 8	39
Table 17 – Making and breaking capacity – OTI	42
Table 18 – Making and breaking capacity – WTI	46
Table 19 – Making and breaking capacity – Shutter valve	50
Table 20 – Preferred dimensions of relay body in mm	54
Table 21 – Flange dimensions in mm	54
Table 22 – Making and breaking capacity – Liquid flow relay	55
Table 23 – Making and breaking capacity – Sudden pressure relay	59
Table 24 – Making and breaking capacity – Dial type gas detecting device	63
Table 25 – Making and breaking capacity – Gas detecting device	67
Table 26 – Making and breaking capacity – Leakage detector	71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –

Part 22-1: Power transformer and reactor fittings – Protective devices

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 60076-22-1 has been prepared by IEC technical committee TC14: Power transformers.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
14/992/FDIS	14/997/RVD

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

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

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

INTRODUCTION

This Part 22-1 of the IEC 60076 series covers all accessories relevant to the safety of transformers or reactors and having a function of signalization of abnormal operating conditions, and outlines the operation requirements specific to each accessory.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

POWER TRANSFORMERS –

Part 22-1: Power transformer and reactor fittings – Protective devices

1 Scope

This part of IEC 60076-22 applies to protective devices mounted on liquid-immersed power transformers in accordance with IEC 60076-1 and reactors in accordance with IEC 60076-6 with or without conservator for indoor or outdoor installation. It outlines the service conditions and the mechanical and electrical requirements that are common to all the devices, which are relevant for the safety of the machine having a function of signalization of abnormal operating conditions.

It also outlines the operation requirements specific to each device as well as, in some cases, the preferred dimensions relevant for interchangeability and the type and routine test to be performed.

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 60068-3-3:1991, *Environmental testing – Part 3-3: Guidance – Seismic test methods for equipments*

IEC 60076-1:2011, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

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

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weatherprotected locations*

IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and control gear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

ISO 228-1 *Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances and designation*

ISO 12944-6, *Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 6: Laboratory performance test methods*

3 Terms and definitions

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

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

gas and liquid actuated relay

Buchholz relay

device intended to detect gas release from the unit to be protected, liquid surge from the tank to the conservator and complete loss of liquid in the conservator

3.2

gas and liquid sampling device at man's height

device allowing gas and liquid sampling from the Buchholz relay from ground level

3.3

protective relay for hermetically sealed liquid-immersed equipment

multifunctional protective device for hermetically sealed, liquid-immersed equipment without gas cushion

3.4

direct reading dial type liquid level indicator

oil level indicator

OLI

device indicating the liquid level in the main conservator or in a separate compartment

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.5

liquid flow indicator

oil flow indicator

OFI

device that detects the liquid flow in a forced cooling system

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.6

pressure relief device

PRD

device that releases the internal overpressure over a pre-set value, on medium and large power transformers

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.7

pressure relief valve

PRV

device that releases the internal overpressure over a pre-set value, on small transformers

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.8

direct reading mechanical dial type liquid temperature indicator

oil temperature indicator

OTI

device that indicates the temperature of the liquid of the transformer

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.9

direct reading mechanical dial type winding temperature indicator

winding temperature indicator

WTI

device which indicates the estimated temperature of the winding of the transformer

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.10

shutter valve

device which stops the liquid flow from conservator to tank in the event of a consistent liquid loss from the tank

3.11

liquid-flow control relay for on-load tap changer

device installed in the pipe between the top of the diverter or selector switch of an on-load tap changer and the liquid conservator to respond at a predetermined liquid flow and enable the transformer to be tripped

3.12

sudden pressure relay

mechanical device for detection of sudden pressure rise events

3.13

dial type gas detecting device

device for indication of gas accumulation in a sealed liquid filled transformer

3.14

gas detecting device for sealed compartment

device for detecting the presence of gas in a sealed liquid filled compartment

3.15

leakage detector for insulating liquid to water heat exchangers

device for detecting the leakage of water or insulating liquid in a double tube heat exchanger

4 Service conditions

4.1 General

The service conditions set out in 4.2 of IEC 60076-1:2011 represent the normal scope of operation of the devices and equipment specified in this document.

For any unusual service conditions that require special consideration in the design of the devices and equipment, see 5.5 of IEC 60076-1:2011. Device specification for operation under such unusual service conditions shall be subject to agreement between the purchaser and the manufacturer.

4.2 Degree of protection

The degree of protection of the connecting box or terminal box for outdoor installation shall be at least IP 54 in accordance with IEC 60529, unless otherwise specified by the purchaser.

4.3 Corrosion protection

The materials used for the construction of the devices and equipment or the surface treatment shall be resistant to the insulating liquid and suitable to withstand the environmental conditions. Unless otherwise specified, minimum withstand level shall be C4 medium durability (see ISO 12944-6).

4.4 Resistance to ambient conditions

The materials used for the construction of the devices and equipment shall be UV resistant and suitable for outdoor operation; windows and sight glasses shall not become opaque over the life of the accessory.

4.5 Insulating liquid characteristics

This subclause concerns only the accessories that are in contact with the insulating liquid.

If not otherwise specified, the insulating liquid is mineral liquid in accordance with IEC 60296 and the operating temperature shall be in accordance with IEC 60076-7.

If the insulating liquid is not mineral oil, then the viscosity variation and the operating temperature shall be indicated by the purchaser. The performance of the devices depends on the liquid properties and should be adapted if necessary.

NOTE IEC 60296 specifies a maximum viscosity of 12 mm²/s at 40 °C and 1 800 mm²/s at – 30 °C; IEC 60076-7 indicates a top liquid temperature for normal cyclic loading of 105 °C and 115 °C for emergency loading.

4.6 Vibration withstand

The accessories shall withstand:

- a non-stationary vibration causing a vertical shock of 100 m/s², with type 1 spectrum in accordance with IEC 60721-3-4;
- a stationary sinusoidal vibration class 4M4 according to IEC 60721-3-4. By agreement between purchaser and supplier, class 4M6 may also be specified.

4.7 Seismic requirements

When the accessory is specified with a seismic requirement without specified acceleration values, the performance level shall be chosen in accordance with IEC 60068-3-3 as follows:

- classification: criterion 0 (see 4.3 of IEC 60068-3-3:1991);
- performance level II (see 7.1 of IEC 60068-3-3:1991; a starting frequency of 2 Hz is acceptable).

5 Characteristics of switches

5.1 General

This clause defines the minimum performance characteristics that the electric switches used in these accessories are expected to have, in accordance with IEC 60947-5-1. Switches containing mercury are not allowed.

5.2 Dielectric strength (in accordance with IEC 60255-27)

The minimum dielectric withstand strength is given in the following Table 1 and Table 2.

Table 1 – Dielectric strength of switches – Power frequency

	Short duration power frequency withstand voltage 1 min kV (RMS)
Between circuits and earth	2
Between contacts in open position	1

Table 2 – Dielectric strength of switches – Impulse

	Lightning impulse withstand voltage kV (peak)
Between circuits and earth	4
Between contacts in open position	3

6 General requirements for routine and type test

Tests shall be carried out at an ambient temperature between 10 °C and 40 °C, unless otherwise specified.

All measuring instruments used for the tests shall have traceable accuracy and be subject to periodic calibration, according to the rules given in a system like ISO 9001 or similar.

7 Protective devices

7.1 Gas and liquid actuated relay (Buchholz relay)

7.1.1 Additional service conditions

7.1.1.1 Maximum inclination

The relay is intended to function in a horizontal position; a positive inclination of up to 5° to the horizontal axis is admissible in the direction towards the conservator. A tilt of max 5° on either side of the vertical is admissible.

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

7.1.1.2 Operating pressure

The relay shall be designed for a continuous internal pressure of 50 kPa over ambient.

7.1.1.3 Sensitivity of the relay switches to magnetic fields

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field of up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.1.2 Mechanical requirements

7.1.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;

- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.1.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² to 4 mm².

A minimum of two threaded holes for cable glands M25 × 1,5 shall be provided; one shall be closed by a weather-resistant plug, the other being protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between the supplier and the purchaser.

Cable glands are supplied on demand.

7.1.2.3 Testing facility

The relay shall be provided with a device to functionally check the operation and sequence of the switches. The mechanical test device shall differentiate between the alarm and trip contact.

7.1.2.4 Gas and liquid sampling facility

The relay shall be fitted with a gas release and sampling petcock.

A facility shall be provided for the connection of the gas and liquid sampling device at man's height.

7.1.2.5 Draining device

A draining device shall be provided.

If required, a provision shall be provided for draining at man height.

7.1.2.6 Inspection windows

The relay shall be fitted with at least two scaled inspection windows for the visual check of the presence of gas from both sides. On request, the windows are provided with protection covers.

7.1.2.7 Mounting arrangement

An arrow on the relay shall indicate the liquid flow direction towards the conservator.

7.1.2.8 General overall dimensions

Table 3 and Table 4 are to be read with Figure 1 and Figure 2.

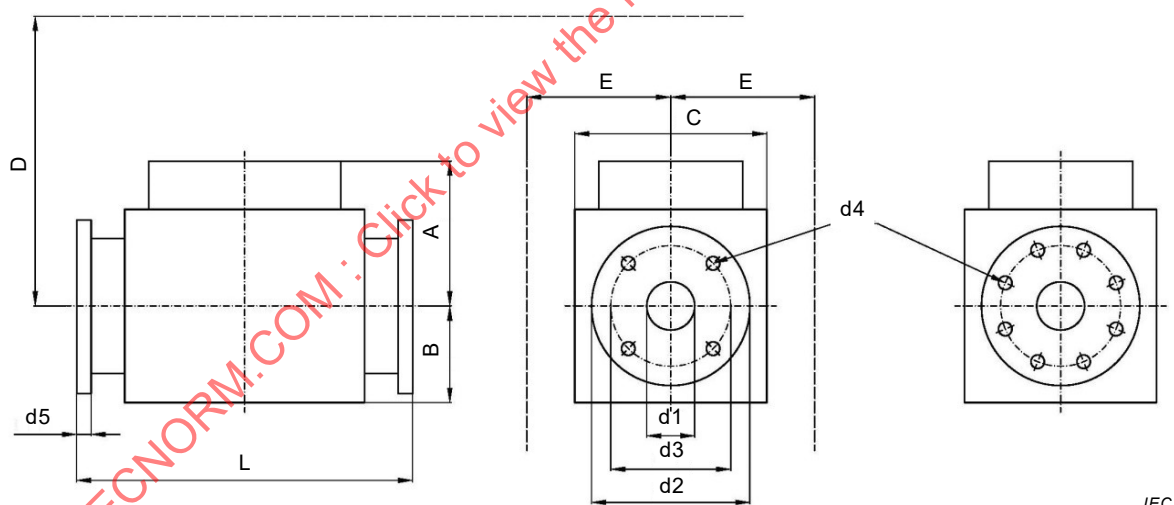
Table 3 – Preferred dimensions of relay body in mm

Nominal diameter <i>DN</i>	A max.	B max.	C max.	D ^a min.	L		E ^b
					Short type	Long type	
25 ^c	205	75	275	300	200	240	190
50	205	90	275	300	195	240	220
80	220	100	275	400	195	240	220
100	220	110	275	400	220	-	-

^a Minimum clearance to remove the mechanism from the body of the relay.
^b Minimum clearance for mounting and access to the relay.
^c For nominal diameter (DN), 25 mm thread connections of G1 ½ A (ISO 228-1) are allowed with L = 185 mm (see Figure 2).

Table 4 – Flange dimensions in mm

Nominal diameter <i>DN</i>	d1	d2	d3	d4	Number of bolt holes		d5 max.
					Short type	Long type	
25	25	115	85	14	4	4	16
50	50	165	125	18	4	4	18
80	80	200	160	18	8	4	18
100	100	220	180	18	8	-	18



IEC

Figure 1 – DN 25 to 100 with circular flanges

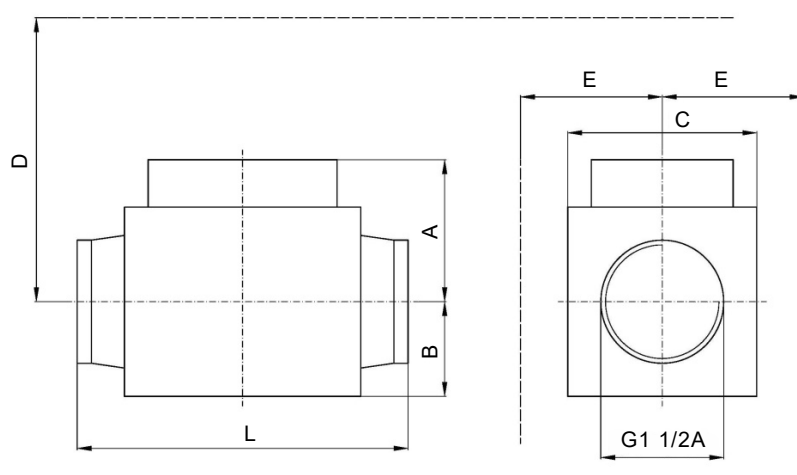


Figure 2 – DN 25 with threaded connections

7.1.2.9 Alternative overall dimensions

In some countries, alternative dimensions as indicated in Table 5 and Table 6 may be agreed between the purchaser and the supplier.

The dimensions refer to Figure 1 above or Figure 3 below for the relay with rectangular flanges.

Table 5 – Alternative dimensions of relay in mm

Nominal diameter DN	A max.	B max.	C max.	D1 ^a min.	L	E ^b
25	180	140	320	200	127	315
50	170	150	320	200	184	315
80	170	150	320	200	184	315

^a Minimum clearance for access of petcocks.
^b Minimum clearance for mounting and access to the relay.

Table 6 – Alternative flange dimensions of the relay in mm

Nominal diameter DN	d1	d2	d3	d4	Number of bolt holes	d5 max.
25	25,4	76	72	M10	4	N/A
50	50,8	139	110	11,1	6	14
80	76,2	160	130	11,1	6	14

Dimensions for Buchholz relay DN 80 with rectangular flanges are given in Figure 3.

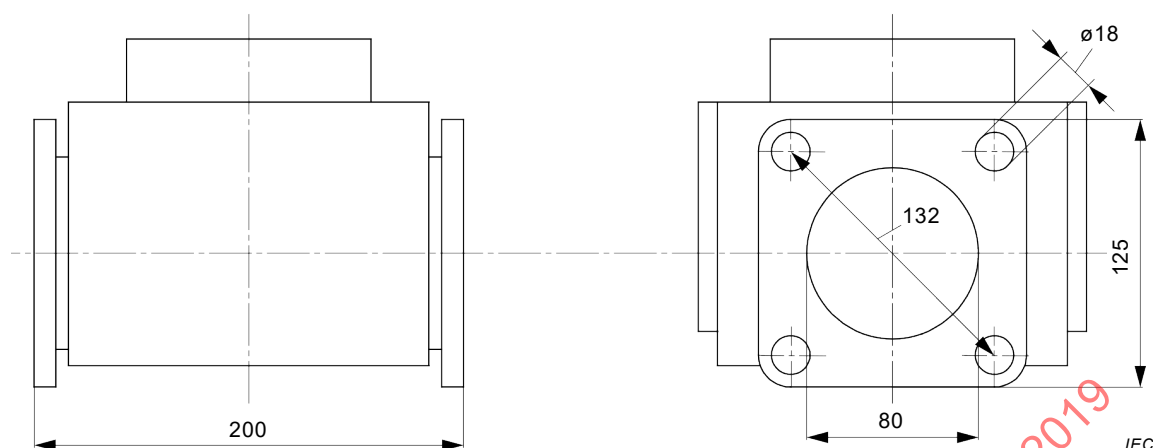


Figure 3 – Gas and liquid operated relay with rectangular flanges for DN 80 mm

7.1.3 Performance requirements

7.1.3.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, the switches shall be open ("normally open") under normal operating conditions (normal operating conditions are when the relay is filled with oil and there is no fault on the protected equipment). On request, the switches can be also of the normally closed or changeover type.

7.1.3.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated operational current of 2 A RMS for normally open contacts and 1 A RMS for changeover contacts and short time current of 10 A RMS for 30 ms.

Making and breaking capacity shall comply with the requirements of Table 7. Typically, magnetically operated Reed type switches are provided.

Table 7 – Making and breaking capacity – Buchholz relay

Voltage	NO Switches				Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity		Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	250 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms	130 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms
230 V AC	400 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5	250 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

The switch shall also be able to make a low current down to 50 mA for any value of voltage defined in Table 7.

7.1.3.3 Switches setup

This device shall be provided with at least one switch for gas accumulation and one switch for liquid surge and liquid loss.

The gas accumulation switch shall operate due to a gas accumulation volume between 100 cm³ and 400 cm³. The gas accumulation switch shall operate before any gas escapes into the pipework toward the conservator.

The manufacturer shall state for every type of Buchholz relay the range of gas accumulation for which the gas accumulation switch operates.

The gas accumulation switch will also react to a liquid leakage introducing air in the relay chamber.

The liquid surge switch shall operate at a steady liquid flow as indicated in Table 8.

This operation shall not be adversely affected when the alarm switch has already closed and gas is escaping freely.

The liquid loss switch shall operate before the pipe is empty.

The liquid surge and liquid loss switches are usually the same, unless a different setting is agreed between the purchaser and the manufacturer.

Upon special request, the liquid surge switch can be provided with a mechanism, which holds it in position after a liquid flow operation until it is manually reset.

Table 8 – Steady liquid flow for relay operation

Liquid pipe connection internal diameter [mm]	Steady liquid flow for relay operation [m/s]	Tolerance %
25	1	±15
50	1	±15
80	1 or 1,5 or 2	±15
100	1,5 or 2	±15

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The switches shall not operate in case of liquid flow from the conservator to the tank.

7.1.4 Tests

7.1.4.1 List of tests

7.1.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Liquid leakage test (7.1.4.2.1);
- Insulation test (7.1.4.2.2);
- Functional test (7.1.4.2.3).

7.1.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Calibration of gas collection scale test (7.1.4.3.1);
- Vacuum withstand test (7.1.4.3.2);

- Pressure withstand test (7.1.4.3.3);
- Reverse liquid flow test (7.1.4.3.4);
- Magnetic field test (7.1.4.3.5);
- Vibration withstand test (7.1.4.3.6).

7.1.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.1.4.4).

7.1.4.2 Routine tests

7.1.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer, on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.1.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.1.4.2.3 Functional test

Requested values are given in 7.1.3.3.

Switch functionality and setting shall be checked by draining liquid from the relay; the operation values of the switches shall be within the tolerance.

The minimum steady liquid flow for operation of the trip switch of the relay shall also be checked.

The switches shall also be tested by means of the mechanical test device.

The test shall be performed under the following conditions:

- liquid temperature range: +10 °C to +40 °C;
- test layout designed to assure steady liquid flow; this can be achieved for instance with:
 - length of connection pipe on tank side: ten times the internal diameter;
 - length of connection pipe on conservator side: three times the internal diameter.
- inclination of the flow-axis of the relay: not exceeding 5°.

The liquid flow speed shall rise with a constant acceleration of $0,2 \pm 0,1$ m/s² until the operation of the switches. The liquid flow speed shall at that time meet the requirement. Starting acceleration from an offset value is permissible.

7.1.4.3 Type tests

7.1.4.3.1 Calibration of gas collection scale test

The test shall verify that the volume of gas collected in the Buchholz relay corresponds to the volume indicated on the scale. A tolerance of $\pm 10\%$ is admitted.

7.1.4.3.2 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete relay empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the relay shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.1.4.3.3 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete liquid filled relay at 250 kPa for 2 min at a temperature of 70 °C.

At the end of the test, the relay shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the routine test shall be repeated.

7.1.4.3.4 Reverse liquid flow test

The test shall be carried out on the complete relay with a liquid flow of 1 m/s from conservator to the tank. The test is successful if there is no relay operation.

The test shall be performed under the following conditions:

- liquid temperature range: +10 °C to +40 °C;
- test layout designed to assure steady liquid flow; this can be achieved for instance with:
 - Length of connection pipe on tank side: ten times the internal diameter;
 - Length of connection pipe on conservator side: three times the internal diameter;
- inclination of the flow axis of the relay: not exceeding 5°.

The liquid flow speed shall rise with a constant acceleration of $(0,2 \pm 0,1) \text{ m/s}^2$ until the value of 1 m/s is reached. Starting acceleration from an offset value is permissible.

7.1.4.3.5 Magnetic field test

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.1.4.3.6 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.1.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.2 Gas and liquid sampling device at man's height

7.2.1 Additional service conditions – Operating pressure

The gas and liquid sampling device shall be designed for a continuous internal pressure of 100 kPa over ambient.

7.2.2 Mechanical requirements

7.2.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification
- manufacturer's serial number;

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.2.2.2 Construction details

The gas and liquid sampling device at man's height shall be equipped with:

- a petcock allowing draining of the liquid of the device, this petcock being connected to the bottom of the sampling device;
- a petcock allowing sampling of gas when it appears in the sampling device, this petcock being connected to the upper part of the sampling device;
- a petcock for connection to the Buchholz relay sampling petcock by means of a tube of suitable diameter; this petcock shall stay open in operation;
- a window allowing screening for the incoming of gas in the sampling device. On request, the window is provided with protection covers.

7.2.3 Performance requirements – Visibility

The sampling device shall allow a clear visibility of the liquid level inside.

7.2.4 Tests

7.2.4.1 List of tests

7.2.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.2.4.2.1);
- Petcock functionality (7.2.4.2.2).

7.2.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Calibration of gas collection scale test (7.2.4.3.1);
- Vacuum withstand test (7.2.4.3.2);
- Pressure withstand test (7.2.4.3.3);
- Petcock endurance test (7.2.4.3.4).

7.2.4.2 Routine tests

7.2.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.2.4.2.2 Petcock functionality

All petcocks shall be operated for one closed – open – closed cycle without difficulties.

7.2.4.3 Type tests

7.2.4.3.1 Calibration of gas collection scale test

Where a scale is present, the test shall verify that the volume of gas collected in the device corresponds to the volume indicated on the scale. A tolerance of ± 10 % is admitted.

7.2.4.3.2 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete device empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the device shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred.

7.2.4.3.3 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete device filled with liquid at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the device shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred and the routine tests shall be repeated.

7.2.4.3.4 Petcock endurance test

All petcocks shall be operated for 100 closed – open – closed cycles without failure. Following the endurance test, the liquid leakage test shall be repeated.

7.3 Protective relay for hermetically sealed liquid-immersed equipment

7.3.1 Additional service conditions

7.3.1.1 Maximum inclination

The relay is intended to function in a vertical position. An inclination of up to 5° to the vertical axis shall be admissible (mobile equipment, trailer, etc.).

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

7.3.1.2 Operating pressure

The maximum continuous operating pressure shall be 50 kPa over ambient.

7.3.1.3 Sensitivity of the relay switches to magnetic fields

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.3.2 Mechanical requirements

7.3.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.3.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided with three terminals for each function. The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² and 2,5 mm².

One clearly marked earth terminal shall also be provided.

A minimum of two holes suitable to accept cable glands M25 × 1,5 shall be provided; one shall be closed by a weather-resistant plug, the other being protected for transport and storage.

Cable glands are supplied on demand.

7.3.2.3 Gas sampling

The relay shall be equipped with an easily accessible sampling petcock.

7.3.2.4 Presence of gas in the relay

It shall be possible to check visually the presence of any gas from at least three sides at all times.

7.3.2.5 Identification of relays

Table 9 – Identification of relays

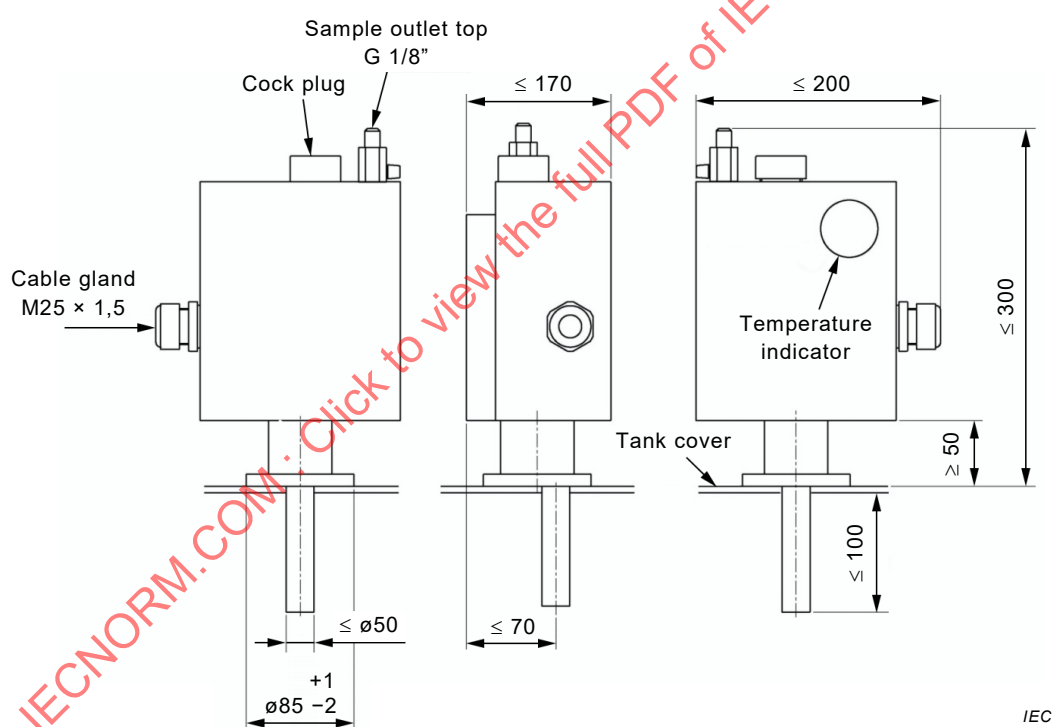
Function	Relay type 1	Relay type 2
Gas and leakage detection	1 switch	1 switch
Overpressure detection	1 switch	1 switch
Over temperature detection		2 switches – (alarm/tripping)
Temperature indicator	Yes	Yes
Visual leakage control	Yes	Yes

NOTE The two functions gas and leakage detection are usually actuated by one switch in common.

Other types of relay having functions additional to those defined in Table 9 are acceptable by agreement.

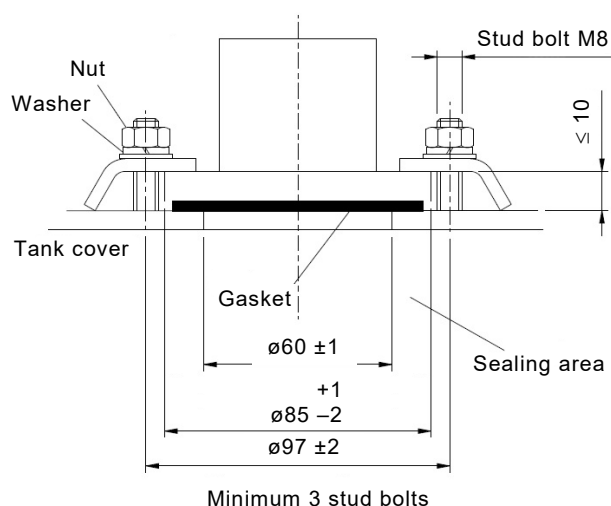
7.3.2.6 Overall dimensions and mounting details

Figure 4 and Figure 5 show overall dimensions and mounting details.

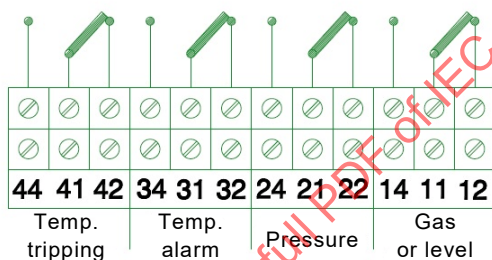


The figure shows preferred arrangements and typical dimensions.

Figure 4 – Outline and mounting details: general view



5a – Fixing detail



5b – Terminal marking relay liquid filled

Figure 5 – Fixing detail and terminal box arrangement

7.3.3 Performance requirements

7.3.3.1 General

This relay shall also permit partial refilling of liquid of the transformer.

Each function of the relay shall be performed by an independent operating mechanism and switch.

7.3.3.2 Switches

7.3.3.2.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, the switches shall be of the changeover type.

7.3.3.2.2 Switch performance

Switches shall have a rated current of 2 A RMS and short time current of 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 10.

Table 10 – Making and breaking capacity – Protective relay

Voltage	Making and breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	60 VA	cos φ > 0,5

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by high currents and therefore the values in Table 1 do not apply.

7.3.3.2.3 Switches setup

This device shall be provided with at least one switch for gas accumulation and liquid loss and one switch for overpressure. For relay type 2, an additional two switches for temperature detection shall be provided.

The gas accumulation switch shall operate when a gas accumulation or a liquid loss volume is between 100 cm³ and 200 cm³.

The overpressure switch shall be adjustable in the range of 10 kPa to 50 kPa and set by default to operate at a pressure of 50 kPa, unless otherwise specified. The tolerance is ± 5 kPa.

The two temperature detection switches (of relay type 2) shall be adjustable at least within the range of 40 °C to 120 °C. Accuracy of the switching on temperature rise shall be ± 3 °C.

7.3.3.3 Temperature indicator

The temperature indicator minimum range shall be from 40 °C to 120 °C. Accuracy in this range shall be ± 4 °C. A resettable maximum pointer shall be provided.

7.3.4 Tests

7.3.4.1 List of tests

7.3.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.3.4.2.1);
- Insulation test (7.3.4.2.2);
- Functional test (7.3.4.2.3).

7.3.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Vacuum withstand test (7.3.4.3.1);
- Pressure withstand test (7.3.4.3.2);
- Operation under inclination test (7.3.4.3.3);
- Magnetic field test (7.3.4.3.4);
- Vibration withstand test (7.3.4.3.5).

7.3.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.3.4.4).

7.3.4.2 Routine tests

7.3.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.3.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.3.4.2.3 Functional test

The following tests shall be performed; the results shall be within the tolerances stated above:

- check the functionality of the temperature switches at pre-set values;
- check the functionality of the overpressure switches at pre-set values;
- check the functionality of the liquid loss volume switch;
- check the functionality of the thermometer.

7.3.4.3 Type tests

7.3.4.3.1 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete device empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the device shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.3.4.3.2 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete liquid filled relay at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the relay shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the routine test shall be repeated.

7.3.4.3.3 Operation under inclination test

The operation of the relay with an inclination of 5° (unless otherwise agreed between purchaser and supplier) in comparison to all directions from the vertical direction shall be checked in accordance with the functional test indicated in 7.3.4.2.3.

7.3.4.3.4 Magnetic field test

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.3.4.3.5 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.3.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.4 Direct reading dial type liquid level indicators

7.4.1 Mechanical requirements

7.4.1.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.4.1.2 Construction details

There shall be no direct mechanical contact between the float mechanism and the dial indicator.

The indicator shall be fitted with a solid float operating on the displacement principle (hollow floats are not permitted).

Unless otherwise agreed, the minimum and maximum levels and the level at the average ambient temperature shall be indelibly and clearly marked.

These devices are not intended to give indication of the liquid temperature.

The movement of the pointer from the minimum to the maximum level shall be clockwise when facing the dial.

The mounting arrangement of the indicator shall be such that it can be mounted and removed from the outside of the main conservator or the separate compartment.

It shall be possible to remove the dial, maintain or replace switches, without draining the conservator or the compartment to which it is fitted.

On request, it can be equipped with one or more switches and their setting is subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

7.4.1.3 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminal block shall comply with the connection diagram.

The terminal block shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

One threaded hole for cable glands M25 × 1,5 shall be provided. Other thread dimensions or number of cable entries are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.4.2 Performance requirements

7.4.2.1 Liquid level

The position of the pointer on the dial shall correspond to the level of the liquid in the conservator or the compartment.

7.4.2.2 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, changeover switches shall be provided.

7.4.2.3 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 11.

Table 11 – Making and breaking capacity – OLI

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	cos φ > 0,5	60 VA	cos φ > 0,5

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents and therefore the values in Table 1 do not apply.

7.4.3 Tests

7.4.3.1 List of tests

7.4.3.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Liquid leakage test (7.4.3.2.1);
- Insulation test (7.4.3.2.2);
- Functional test (7.4.3.2.3).

7.4.3.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Vacuum withstand test (7.4.3.3.1);
- Vibration withstand test (7.4.3.3.2).

7.4.3.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.4.3.4).

7.4.3.2 Routine tests

7.4.3.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer, on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.4.3.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short duration (60 s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between the circuit and the earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.4.3.2.3 Functional test

A functional test shall be carried out to prove the mechanical and electrical operation of the indicator and associated switches.

The maximum tolerance on the switch setting and the dial indication is 5° (angle).

7.4.3.3 Type test

7.4.3.3.1 Vacuum withstand test

The devices shall be subjected to a vacuum test of an absolute pressure of 2,5 kPa for 24 h. This test shall be followed by the test as detailed in 7.4.3.2.3.

7.4.3.3.2 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.4.3.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.5 Liquid flow indicators

7.5.1 Mechanical requirements

7.5.1.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;

- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.5.1.2 Construction details

These devices are not intended to measure the flow rate, but only to detect the flow above or under the setting point.

The supplier shall give the direction of liquid flow depending on the mounting position either by an arrow marked on the body or the dial, or by any other suitable means.

The device shall be provided with a visual indication. If the indication is by dial and pointer, the movement of the pointer from no flow to flow position shall be clockwise when facing the dial.

The mounting arrangement of the indicator shall be such that it can be dismantled and removed from the outside of the pipe.

It shall be possible to maintain or replace switches, without draining the pipe.

The indicator shall be equipped with a minimum of one switch of the normally open, normally closed or changeover type upon agreement, which changes its status when the sensor actuates. Additional sets of switches shall be provided if required.

7.5.1.3 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of one threaded hole for cable glands M25 × 1,5 shall be provided. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.5.1.4 Construction types

7.5.1.4.1 Magnetic coupling type constructions

In this construction, the interface between the paddle movement and the visual indication is by magnetic coupling.

7.5.1.4.2 Mechanical coupling type construction

In this construction, the interface between the paddle movement and the visual indication is by mechanical coupling.

7.5.2 Performance requirements

7.5.2.1 General

Performance requirements include the following.

- The position of the visual indication shall correspond to the presence or absence of flow.
- A reverse flow of liquid shall give no flow indication.
- The speed of the liquid flow, which actuates the visual and electrical indication, is subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

7.5.2.2 Switches

7.5.2.2.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, changeover switches shall be provided.

7.5.2.2.2 Switch performance

Switches shall have a rated current 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 12.

Table 12 – Making and breaking capacity – OFI

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between purchaser and supplier.

The minimum switch life shall be 100 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents, and therefore, the values in Table 1 do not apply.

7.5.3 Tests

7.5.3.1 List of tests

7.5.3.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.5.3.2.1);
- Insulation test (7.5.3.2.2);
- Functional test (7.5.3.2.3).

7.5.3.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Vacuum withstand test (7.5.3.3.1);
- Vibration withstand test (7.5.3.3.2);
- Mechanical endurance test (7.5.3.3.3);

- Pressure withstand test (7.5.3.3.4).

7.5.3.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.5.3.4).

7.5.3.2 Routine tests

7.5.3.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.5.3.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.5.3.2.3 Functional test

A functional test shall be carried out to prove the mechanical and electrical operation of the indicator and associated switches. If not adjustable, the electrical operation shall be within ± 10 % of the agreed setting value.

7.5.3.3 Type test

7.5.3.3.1 Vacuum withstand test

The devices shall be subjected to a vacuum test of an absolute pressure of 2,5 kPa for 24 h. This test shall be followed by the test as detailed in 7.5.3.2.3.

7.5.3.3.2 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.5.3.3.3 Mechanical endurance test

A mechanical endurance test shall be performed by placing the device in a liquid filled pipeline loop at ambient temperature and switching the pump on and off. The pipeline diameter, the design of the loop and the pumped liquid speed shall reflect the design values and confirm the operational range of the device. The frequency of the on and off cycles shall ensure that the stability of the liquid flow is reached.

There shall be no malfunction or prejudicial wear before 100 000 cycles.

For liquid flow devices of the same design but different dimensions, it is accepted that the mechanical endurance test be only performed on one version of the design. The validity of this test is applicable to the full range of liquid flow devices of the same design.

7.5.3.3.4 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the device liquid filled at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the device shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred and the functional test of 7.5.3.2.3 shall be repeated.

7.5.3.4 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7.

7.6 Pressure relief devices

7.6.1 Additional service conditions

It shall be possible to install the device on the tank cover or walls, in each position or any inclination, without alteration of its operating performance.

7.6.2 Mechanical requirements

7.6.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturers identification;
- operating pressure;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.6.2.2 Construction requirements

PRDs are composed of a flanged body and a spring-loaded shutter and can have the spring out of tank or inside tank. They are typically used on power transformers and reactors.

7.6.2.3 Mandatory fittings

7.6.2.3.1 Visual indicator

The PRD shall be fitted with a visual indicator of operation, to be reset manually. The visual indicator shall be in a highly visible colour.

7.6.2.3.2 Vent screw

The PRD shall be fitted with a vent screw for bleeding air or gas, which may alter the correct functioning; the vent screw should be positioned on the opposite side of the exhaust of the liquid spray protection, if present.

7.6.2.4 Optional fittings

7.6.2.4.1 Liquid spray protection

If the valve is opened, the basic type liquid spray protection shall prevent the outpouring liquid from spraying upwards. Liquid spray protection of the directional type can be connected to a duct to canalize the outpouring liquid.

7.6.2.4.2 Electric switches

The PRD can be fitted with one or more electric switches to signal the operation of the PRD. The switches shall be preferably manually resettable.

If switches are fitted, a terminal box, eventually embedded in the switch itself, shall be provided; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² and 2,5 mm².

A minimum of one threaded hole for cable glands M20 × 1,5 or M25 × 1,5 shall be provided. Other thread dimensions are subject to agreement between the supplier and the purchaser. Cable glands are supplied on demand.

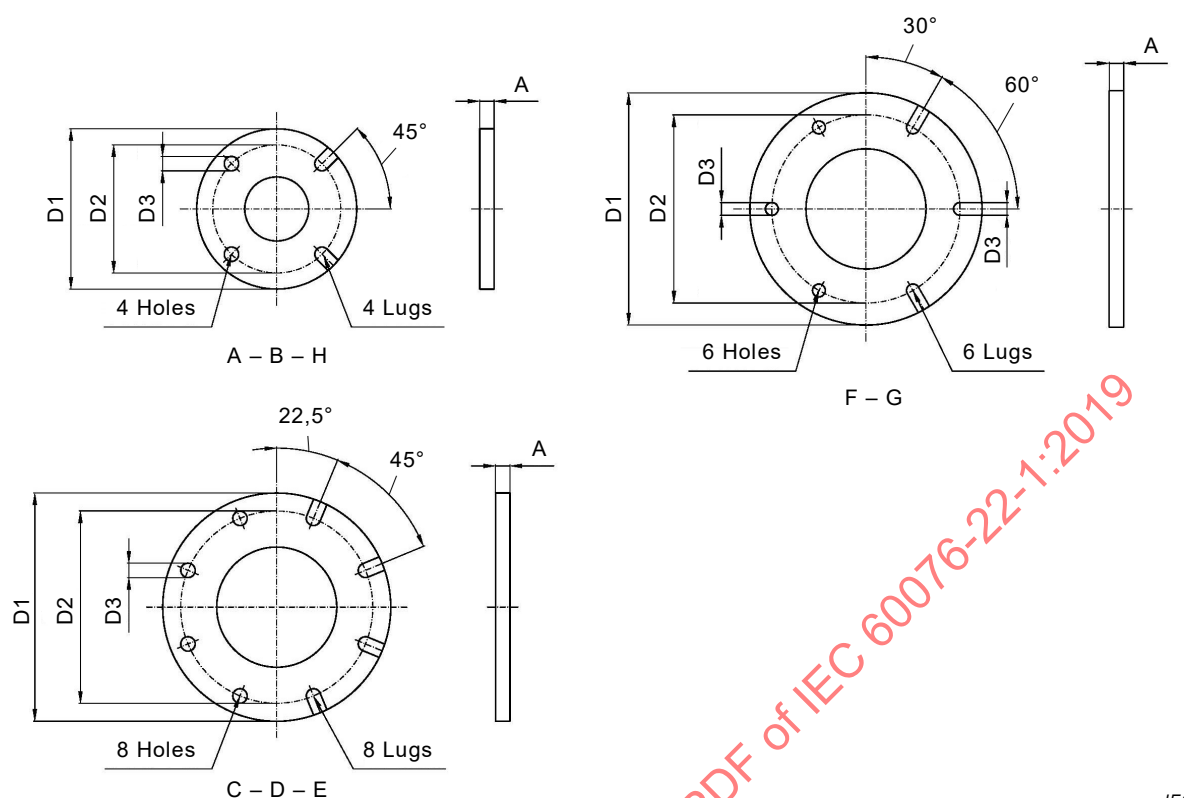
7.6.2.5 Dimensions

The fixing flange sizes are based on nominal diameter (DN), which is the diameter of the opening hole in the tank.

Table 13 and Table 14 give flange dimensions and overall dimensions.

Table 13 – Fixing interface dimensions according to Figure 6

Size	Device flange dimensions [mm]				Holes or lugs
	D1 (max)	D2	D3	A Max	Number
A – DN 50	170	125	18	18	4
B – DN 80	200	160	18	18	4
C – DN 125	280	210	18	18	8
D – DN 150	285	240	18	18	8
E – DN 200	350	295	22	18	8
F – DN 175	290	235	16	18	6
G – DN 125	290	235	16	18	6
H – DN 100	220	180	18	18	4
NOTE The flange can also be square. The use of holes or lugs is left to the manufacturer's choice.					



IEC

Figure 6 – Flange interface

Table 14 – Overall dimensions according to Figure 7

Size	Max dimensions for interchangeability [mm]					
	D7 (max) Circumscribed circle	D8 (max.) (Diameter of the part protruding inside)	D9 (max.) (Diameter of the hole in the cover)		HE (max.)	HI (max.)
			Spring inside type	Spring outside type		
A – DN 50	200	70	80	60	175	100
B – DN 80	250	110	120	80	200	150
C – DN 125	300	160	170		300	200
D – DN 150	370			150	300	180
E – DN 200	400	240	250		400	280
F – DN 175	350			175	300	180
G – DN 125	300	160	170		300	200
H – DN 100	280			100	200	

D7 does not include the provision for the protuberance of the liquid spray protection of the directional type; see 7.6.2.4.1.

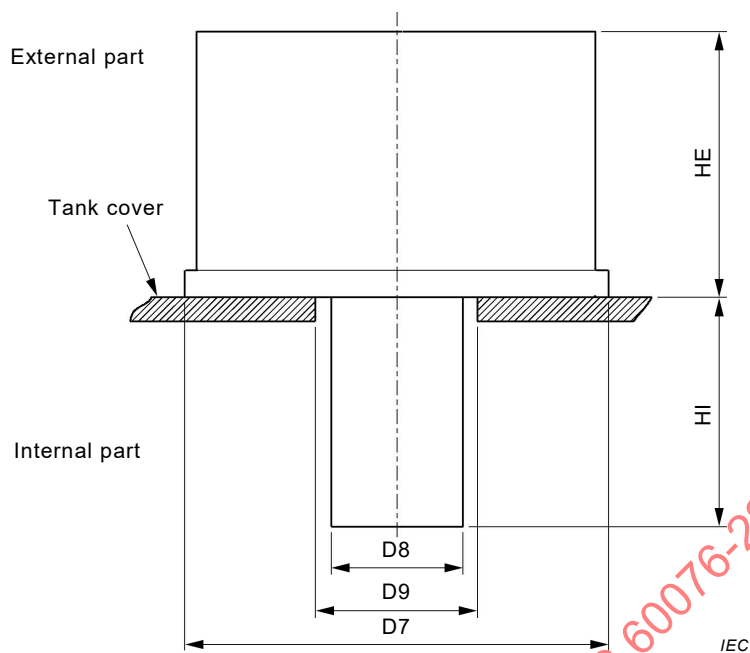


Figure 7 – Maximum overall dimensions

7.6.3 Performance requirements

7.6.3.1 Nominal operating pressure

The pre-fixed overpressure value shall be agreed between supplier and purchaser within the standard range from 20 kPa up to 90 kPa, with 10 kPa steps, with a tolerance of -7 kPa to $+7$ kPa. Preferred values are 30 kPa, 50 kPa and 70 kPa.

Nominal operating pressure above the standard range (> 90 kPa) shall be agreed between supplier and purchaser.

The device shall be capable of reclosing at a pressure of not less than 50 % of the operating pressure.

The maximum pressure without any liquid leakage in the range from 20 kPa up to 90 kPa shall be equal to the nominal operating pressure less 10 kPa.

7.6.3.2 Switches

7.6.3.2.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, changeover switches shall be provided.

7.6.3.2.2 Switch performance

Switches shall have a rated current 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 15.

Table 15 – Making and breaking capacity – PRD

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents and therefore the values in Table 1 do not apply.

7.6.4 Tests

7.6.4.1 List of tests

7.6.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.6.4.2.1);
- Insulation test (7.6.4.2.2);
- Functional test (7.6.4.2.3).

7.6.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Vacuum withstand test (7.6.4.3.1);
- Vibration withstand test (7.6.4.3.2);
- Mechanical endurance test (7.6.4.3.3);

7.6.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.6.4.4).

7.6.4.2 Routine tests

7.6.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.6.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.6.4.2.3 Functional test

A functional test shall be carried out to prove the mechanical and switch operation of the device. The operating pressure value shall be recorded and shall be within the tolerance (see 7.6.3.1). The pressure rise rate during the operating pressure test shall be not less than 10 kPa/s.

7.6.4.3 Type tests

7.6.4.3.1 Vacuum withstand test

The devices shall be subjected to a vacuum test of an absolute pressure of 2,5 kPa for 24 h. This test shall be followed by the test as detailed in 7.6.4.2.3.

7.6.4.3.2 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.6.4.3.3 Mechanical endurance test

The mechanical endurance test shall be performed by operating the device for 1 000 cycles. At the end of the test, all the routine tests shall be performed successfully.

7.6.4.4 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with Clause 4.7.

7.7 Pressure relief valves

7.7.1 Additional service conditions

It shall be possible to install the device on the tank cover or walls, in each position or any inclination, without alteration of its operating performance.

7.7.2 Mechanical requirements

7.7.2.1 Nameplate

Owing to the limited dimensions of the device, the nameplate can show only a limited number of data. The minimum requirement for the nameplate is to show following information:

- name or logo of the supplier;
- operating pressure.

7.7.2.2 Construction requirements

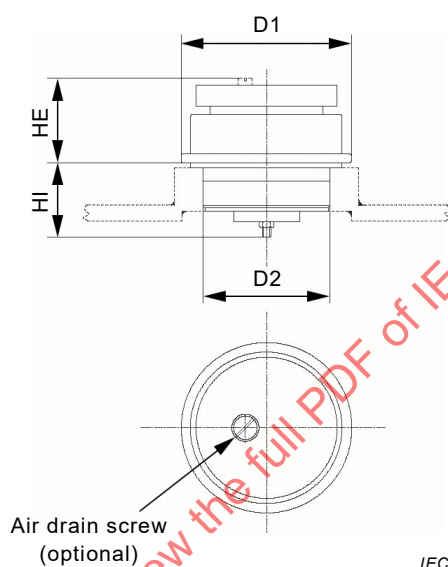
PRVs are composed of a threaded body and a spring-loaded shutter with the spring inside of the tank. They are typically used on small transformers. They are always without switches and without liquid spray protection.

7.7.2.3 Dimensions

Table 16 gives the overall dimensions according to Figure 8.

Table 16 – Fixing interface and overall dimensions according to Figure 8

Size	Max overall dimensions			Connection
	D1 [mm]	HE [mm]	HI [mm]	D2 Pipe thread ISO 228-1
1	60	40	40	G1
2	60	40	110	G1
3	80	40	40	G2
4	22	31	15	¼" NPT

**Figure 8 – Mounting interface and general overall dimensions**

7.7.3 Performance requirements – Nominal operating pressure

The pre-fixed overpressure value shall be agreed between supplier and purchaser within the standard range from 25 kPa up to 80 kPa, with 5 kPa steps, with a tolerance of –7 kPa to +7 kPa.

Nominal operating pressure above the standard range (> 80 kPa) shall be agreed between the supplier and the purchaser.

The device shall be capable of reclosing when the pressure reaches at least 50 % of the operating pressure.

The maximum pressure without any liquid leakage in the range from 25 kPa up to 80 kPa setting shall be equal to the nominal operating pressure less 10 kPa.

7.7.4 Tests

7.7.4.1 List of tests

7.7.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Functional and liquid leakage test (7.7.4.2).

7.7.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Type test – Mechanical endurance test (7.7.4.3)

7.7.4.2 Routine tests – Functional and liquid leakage test

A functional test shall be carried out to prove the mechanical and switch operation of the device. The operating pressure value shall be recorded and shall be within the tolerance (see 7.7.3). The pressure rise rate during the operating pressure test shall be not less than 10 kPa/s.

During the functional test, the leakage of the device also has to be checked.

7.7.4.3 Type test – Mechanical endurance test

The mechanical endurance test shall be performed by operating the device for 1 000 cycles. At the end of the test, all the routine tests shall be performed successfully.

7.8 Direct reading mechanical dial type liquid temperature indicators

7.8.1 Mechanical requirements

7.8.1.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification including the wording "OTI" or "liquid temperature indicator";
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.8.1.2 Construction details

The OTI shall be of the mechanical dial type.

To allow the indicator to be read easily, the scale's diameter (dial) shall be at least 110 mm.

Maximum overall dimensions are width 200 mm, height 350 mm, depth 200 mm.

The movement of the pointer from the minimum to the maximum temperature shall be clockwise when facing the dial.

The choice of the colours of the background, letters and pointer should guarantee good readability; preferred colour combination is bright (white) background and black letters and arrow.

The scale shall be divided in steps of 2 °C or 5 °C.

Marking of the dial plate shall be indelible.

Standard measuring ranges are $-20\text{ }^{\circ}\text{C}/+130\text{ }^{\circ}\text{C}$ or $-20\text{ }^{\circ}\text{C}/+140\text{ }^{\circ}\text{C}$

Special temperature ranges may be supplied by agreement between the manufacturer and the purchaser.

The temperature indicator shall be equipped with a maximum indicating pointer of red colour with a suitable manual resetting device.

The case shall be provided with an air hole or a breathing system for ventilation.

7.8.1.3 Sensing bulb and capillary

The sensing bulb shall be suitable to be accepted inside thermometer pockets.

Capillary tube: if provided, the standard lengths of capillary are 6 m and 10 m.

Other lengths by agreement between customer and purchaser.

The capillary tube, if provided, shall be adequately armoured in order to avoid accidental damages, which can be prejudicial to a correct indication of the instrument.

7.8.1.4 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminal block shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between $1,5\text{ mm}^2$ and 4 mm^2 .

A minimum of two threaded holes for cable glands $M25 \times 1,5$ shall be provided; one shall be closed by a weather resistant plug, the other being protected for transport and storage. For equipment with more than three threaded holes, $M20 \times 1,5$ is accepted. Other thread dimensions are subject to agreement between the supplier and the purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.8.1.5 Special requirements

Upon request, the temperature indicators may be fitted with one or more outputs (type Pt100 or transmitters 4 mA – 20 mA) for remote indication or connection via digital output.

7.8.2 Performance requirements

7.8.2.1 Measuring accuracy

Measuring accuracy shall be $\pm 2\%$ of full-scale value. By agreement between the purchaser and the supplier, the device can be supplied with accuracy less than the standard value.

The accuracy shall be compensated over the ambient temperature range of $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.8.2.2 Switches

7.8.2.2.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, changeover switches shall be provided.

7.8.2.2.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 17.

Table 17 – Making and breaking capacity – OTI

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

An optional value of 1 200 VA at 230 V AC may be agreed between the purchaser and the supplier.

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 100 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents, and therefore, the values in Table 1 do not apply.

7.8.2.2.3 Number and setup of switches

Number of switches: standard configuration is with 2 or 4 switches; other switch configurations to be considered as special executions may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Switch setting shall be adjustable over the whole measuring range. With the standard design, a minimum of 10 °C difference shall exist between two switches. If two or more contacts are requested to switch at the same temperature, this shall be agreed between the customer and the purchaser.

The setting shall be related to rising temperature.

The accuracy shall be 2 % of the measuring range.

The hysteresis shall be between 5 °C and 15 °C at the choice of the manufacturer.

NOTE The hysteresis depends on the technology and the type of contact used in the device; therefore, the hysteresis is usually not adjustable.

7.8.3 Tests

7.8.3.1 General requirements for routine, type and special tests

7.8.3.1.1 General

The reference temperature shall be measured as close as possible to the thermometer sensing bulb.

7.8.3.1.2 List of tests

7.8.3.1.2.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Insulation test (7.8.3.2.2);
- Functional tests (7.8.3.2.3).

7.8.3.1.2.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Mechanical overheating withstand test (7.8.3.3.1);
- Vibration test (7.8.3.3.2).

7.8.3.1.2.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.8.3.4).

7.8.3.2 Routine tests

7.8.3.2.1 General

The following tests shall be performed on 100 % of the instruments. Evidence of the measuring and commutation tests shall be filed.

7.8.3.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between all circuits together and earth.

The test voltage is given in Table 1.

7.8.3.2.3 Functional tests

The following functional tests shall be carried out to prove the mechanical and electrical operation of the indicator and associated switches:

- accuracy of the indication across the dial range of temperatures (at least four points equally spaced between 40 °C and 100 °C in a liquid thermostatic bath); care should be taken to ensure that the operation of the switches does not affect the reading;
- tolerance of the switch operation;
- commutation differential of the switches; the switching temperatures shall be read by a calibrated sensor and not by the thermometer under test;
- analogue/digital output functionality test, if applicable.

The maximum tolerance on the switch setting and the dial indication is 5° (angle).

7.8.3.3 Type tests

7.8.3.3.1 Mechanical overheating withstand test

The sensing bulb being immersed in a fluid bath heated at 120 % of the maximum dial temperature, the total system shall withstand the internal overpressure.

No leakage from the sensor nor the capillary shall be observed and the functional test shall be successfully repeated.

7.8.3.3.2 Vibration test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.8.3.4 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.9 Direct reading mechanical dial type winding temperature indicators

7.9.1 Mechanical requirements

7.9.1.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturers identification including the wording "WTI" or "winding temperature indicator";
- heating system maximum current;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.9.1.2 Construction details

The WTI shall be of the mechanical dial type.

Included in the measuring system is a heating element supplied by a current derived from the line terminal of the winding by the use of a current transformer. This element adds an incremental value proportional to the square of the measured terminal current to the top liquid temperature. Normally, the setting of the increment is such that it reflects the gradient between the winding hot spot and the top liquid temperature.

To allow the indicator to be read easily, the scale's diameter (dial) shall be at least 110 mm.

Maximum overall dimensions are width 200 mm, height 350 mm, depth 200 mm.

The movement of the pointer from the minimum to the maximum temperature shall be clockwise when facing the dial.

The choice of the colours of the background, letters and pointer should guarantee good readability; preferred colour combination is bright (white) background and black letters and arrow.

The scale shall be divided in steps of 2 °C or 5 °C.

Marking of the dial plate shall be indelible.

Standard measuring ranges are 0 °C/+150 °C or 0 °C/+160 °C

Special temperature ranges may be supplied by agreement between the manufacturer and the purchaser.

The temperature indicator shall be equipped with a maximum indicating pointer red in colour with a suitable manual resetting device.

The case shall be provided with an air hole or a breathing system for ventilation.

7.9.1.3 Sensing bulb and capillary

The sensing bulb shall be suitable to be accepted inside thermometer pockets.

Capillary tube: if provided, the standard lengths of the capillary are 6 m and 10 m.

Other lengths may be agreed between customer and purchaser.

The capillary tube shall be adequately armoured in order to avoid accidental damages, which can be prejudicial to a correct indication of the instrument.

7.9.1.4 Heating system on WTI

The heating system shall typically consist of a heating resistance and a trimming system for gradient adjustment.

The standard temperature gradient shall be adjustable up to a minimum of 35 K when the measured terminal rated current is supplied to the heating circuit.

The winding temperature indicator shall be suitable to work connected to a current transformer with nominal output 2 A.

Upon request, by agreement between the customer and the manufacturer, the indicator can be supplied with a heating system suitable for a current transformer output of 1 A, 1,5 A, 5 A.

The maximum power absorbed by the heating system shall be declared by the manufacturer.

7.9.1.5 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminal block shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of two threaded holes for cable glands M25 × 1,5 shall be provided; one shall be closed by a weather resistant plug, the other being protected for transport and storage. For equipment with more than three threaded holes, M20 × 1,5 is accepted. Other thread dimensions are subject to agreement between the supplier and the purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.9.1.6 Special requirements

Upon request, the temperature indicators may be fitted with one or more outputs (type Pt100 or transmitters 4 mA – 20 mA) for remote indication or connection via digital output.

7.9.2 Performance requirements

7.9.2.1 Measuring accuracy

Measuring accuracy shall be $\pm 2\%$ of the full-scale value. By agreement between the purchaser and the supplier, the device can be supplied with accuracy less than the standard value.

The accuracy shall be compensated over the ambient temperature range of $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.9.2.2 Switches

7.9.2.2.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, changeover switches shall be provided.

7.9.2.2.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 18.

Table 18 – Making and breaking capacity – WTI

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	130 W	L/R $\leq$ 40 ms	25 W	L/R $\leq$ 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

An optional value of 1 200 VA at 230 V AC may be agreed between the purchaser and the supplier.

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 100 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents, and therefore, the values in Table 1 do not apply.

7.9.2.2.3 Number and setup of switches

Number of switches: standard configuration is with 2 or 4 switches; other switch configurations to be considered as special executions may be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Switch setting shall be adjustable over the whole measuring range. With the standard design, a minimum of $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ difference shall exist between two switches. If two or more contacts are requested to switch at the same temperature this shall be agreed between the customer and the purchaser.

The setting shall be related to rising temperature.

The accuracy shall be 2 % of the measuring range.

The hysteresis shall be between $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ at the choice of the manufacturer.

NOTE The hysteresis depends on the technology and the type of contact used in the device; therefore, the hysteresis is usually not adjustable.

7.9.3 Tests

7.9.3.1 General requirements for routine, type and special tests

7.9.3.1.1 General

The reference temperature shall be measured as close as possible to the thermometer sensing bulb.

7.9.3.1.2 List of tests

7.9.3.1.2.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Insulation test (7.9.3.2.2);
- Functional tests (7.9.3.2.3).

7.9.3.1.2.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Mechanical overheating withstand test (7.9.3.3.1);
- Vibration withstand test (7.9.3.3.2).

7.9.3.1.2.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.9.3.4)

7.9.3.2 Routine tests

7.9.3.2.1 General

The tests in 7.9.3.2 shall be performed on 100 % of the instruments. Evidence of the measuring and commutation tests shall be filed.

7.9.3.2.2 Insulation test

For the switches and associated circuits, the manufacturer shall perform a short-duration (60s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between circuit and earth.

Test voltage is given in Table 1.

The heating element and any part connected to the current circuit shall be tested at 2,5 kV for 60 sec.

7.9.3.2.3 Functional tests

The following functional tests shall be carried out to prove the mechanical and electrical operation of the indicator and associated switches:

- accuracy of the indication across the dial range of temperatures (at least four points equally spaced between 40 °C and 100 °C in a liquid thermostatic bath); care should be taken to ensure that the operation of the switches does not affect the reading;
- tolerance of the switch operation;
- commutation differential of the switches; the switching temperatures shall to be read by a calibrated sensor and not by the thermometer under test;

- functionality and accuracy of the heating system;
- analogue/digital output functionality test if applicable.

The maximum tolerance on the switch setting and the dial indication is 5° (angle).

7.9.3.3 Type tests

7.9.3.3.1 Mechanical overheating withstand test

Liquid temperature test:

The sensing bulb being immersed in a fluid bath heated at 110 % of the maximum dial temperature, the total system shall withstand the internal overpressure.

Heating system and liquid temperature test:

The sensing bulb shall be immersed in a fluid bath at $115\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ while twice the rated current is applied to the heating element for at least 30 min.

The total system shall withstand the internal overpressure.

No leakage from the sensor or the capillary shall be observed, and the functional test shall be successfully repeated.

7.9.3.3.2 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.9.3.4 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.10 Shutter valve

7.10.1 Additional service conditions

7.10.1.1 Maximum inclination

The shutter valve is intended to function in a horizontal position; a positive inclination of up to 5° to the horizontal axis is admissible in the direction towards the conservator. A tilt of max 5° on either side of the vertical is admissible.

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

7.10.1.2 Operating pressure

The shutter valve shall be designed for a continuous internal pressure of 50 kPa over ambient.

7.10.1.3 Sensitivity of the shutter valve switches to magnetic fields

The shutter valve shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.10.2 Mechanical requirements

7.10.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.10.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of two threaded holes for cable glands M25 × 1,5 shall be provided; one shall be closed by a weather resistant plug, the other being protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.10.2.3 Testing facility

The shutter valve shall be provided with a device to functionally check the operation of the switches.

7.10.2.4 Gas and liquid venting facility

The shutter valve shall be fitted with a gas venting petcock.

7.10.2.5 Draining device

A draining device shall be provided.

If required, a provision shall be provided for draining at man height.

7.10.2.6 Inspection windows

The shutter valve shall be fitted with at least one inspection window for the visual check of the shutter position. On request, the windows are provided with protection covers.

7.10.2.7 Mounting arrangement

An arrow on the shutter valve shall indicate the direction towards the conservator.

7.10.3 Functional requirements

The shutter valve shall be designed to be installed on the pipeline connecting the transformer tank to the conservator, in series with the Buchholz relays. The installation shall be between Buchholz relay and conservator; it shall be possible to connect the installation directly to the Buchholz relay.

If requested, the device shall have one or more electric switches, which show if the valve is open or closed.

Provision for a manual reset of the shutter valve shall be available on the valve.

As an option, the manual reset can be provided from ground level.

On special request, a system mechanically blocking the valve in the closed position after operation shall be provided; this system has to be reset manually.

7.10.4 Performance requirements

7.10.4.1 General

The shutter valve shall have a flow-sensitive element, which operates a valve closing the pipeline when the liquid flow from the conservator to the tank exceeds a specified value. The manufacturer shall declare this value.

NOTE It is up to the transformer manufacturer to select a flow value that assures that in no way the valve will close during the normal operation of the transformer.

In the normal operating position, the shutter valve shall in no way obstruct the liquid flow from tank to conservator and interfere with the operation of the Buchholz relay.

Spurious, short-duration flow peaks due to starting of pumps or elasticity of the tank shall not cause the closing of the valve.

The shutter valve shall have the facility to keep the valve in the open position during the filling of the transformer and to reset the valve manually after operation.

7.10.4.2 Switches

7.10.4.2.1 Switch type

Switches shall be potential-free. Unless otherwise specified, the switches shall be open ("normally open") under normal operating conditions.

7.10.4.2.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current of 2 A RMS and short time current of 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 19. Typically, magnetically operated Reed type switches are provided.

Table 19 – Making and breaking capacity – Shutter valve

Voltage	NO Switches				Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity		Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	250 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms	130 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms
230 V AC	400 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5	250 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

The switch shall also be able to make a low current down to 50 mA for any value of voltage defined in Table 19, even after one year of non-operation.

7.10.4.2.3 Setup of switches

The device shall be provided with at least one normally open contact that closes when the valve closes.

7.10.5 Tests

7.10.5.1 List of tests

7.10.5.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.10.5.2.1);
- Insulation test (7.10.5.2.2);
- Functional test (7.10.5.2.3).

7.10.5.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Vacuum withstand test (7.10.5.3.1);
- Pressure withstand test (7.10.5.3.2);
- Operational flow test (7.10.5.3.3);
- Magnetic field test (7.10.5.3.4);
- Vibration withstand test (7.10.5.3.5).

7.10.5.1.3 Special tests

Seismic withstand test (7.10.5.4)

7.10.5.2 Routine tests

7.10.5.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.10.5.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between independent circuits and between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.10.5.2.3 Functional test

Switch functionality shall be checked by operating the valve.

7.10.5.3 Type tests

7.10.5.3.1 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete shutter valve empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the shutter valve shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred and the operational flow test of 7.10.5.3.3 shall be repeated.

7.10.5.3.2 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete liquid filled shutter valve at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the shutter valve shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the operational flow test shall be repeated.

7.10.5.3.3 Operational flow test

The test shall be carried out on the complete shutter valve. The test shall determine the minimum liquid flow necessary to close the valve, both in steady state and surge conditions.

7.10.5.3.4 Magnetic field test

The shutter valve shall be able to withstand a DC magnetic field of up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.10.5.3.5 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.10.5.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7.

7.11 Liquid-flow controlled relay for on-load tap-changer

7.11.1 Additional service conditions

7.11.1.1 Maximum inclination

The relay is intended to function in a horizontal position; a positive inclination of up to 5° to the horizontal axis is admissible in the direction towards the conservator. A tilt of max 5° on either side of the vertical is admissible.

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

7.11.1.2 Operating pressure

The relay is subjected to a continuous internal gauge pressure of 100 kPa over ambient.

7.11.1.3 Sensitivity of the relay switches to magnetic field

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.11.2 Mechanical requirements

7.11.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- type of relay;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.11.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of two threaded holes for cable glands M25 × 1,5 shall be provided. One shall be closed by a weather resistant plug, the other being protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.11.2.3 Testing facility

The relay shall be provided with a device to check the operation of the switches.

7.11.2.4 Visual indication

Typically, the device is equipped with visual indication to confirm its operation.

An inspection window may fulfil this requirement.

7.11.2.5 Mounting arrangement

An arrow on the relay shall indicate the liquid flow direction towards the conservator.

7.11.2.6 General overall dimensions

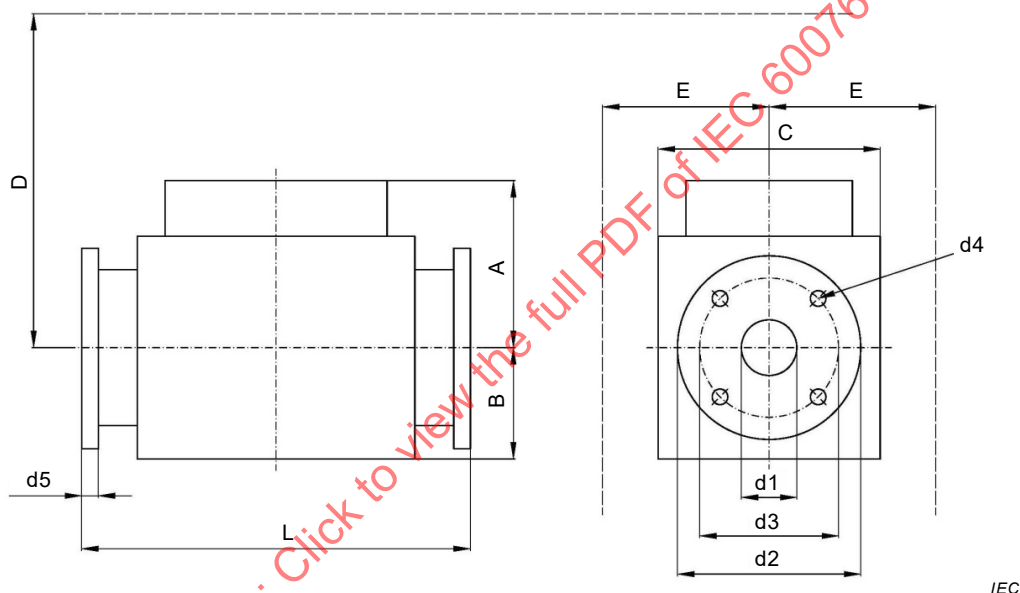
Table 20 and Table 21 are to be read with Figure 9.

Table 20 – Preferred dimensions of relay body in mm

Nominal Ø DN	A max.	B max.	C max.	D ^a min.	L	E ^b
25	180	75	200	300	200	190
^a Minimum clearance to remove the mechanism from the body of the relay.						
^b Minimum clearance for mounting and access to the relay.						

Table 21 – Flange dimensions in mm

Nominal Ø DN	d1	d2	d3	d4	N° of bolt holes	d5 max.
25	25	115	85	14	4	17

**Figure 9 – General overall dimensions**

Alternative dimensions may be agreed between the purchaser and the supplier.

7.11.3 Performance requirements

7.11.3.1 Switch type

Switches shall be potential-free. Unless otherwise specified, the switches shall be open ("normally open") under normal operating conditions (normal means the relay filled with liquid and without any fault on the protected equipment). On request, the switches can be also of the normally closed or changeover type.

7.11.3.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated operational current of 2 A RMS/1 A RMS (NO/CO-switch) and short time current of 10 A RMS for 30 ms.

Rated making and breaking capacity shall conform to Table 22. Typically, magnetically operated Reed type switches are provided.

Table 22 – Making and breaking capacity – Liquid flow relay

Voltage	NO Switches				Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity		Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	250 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms	130 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms
230 V AC	400 VA	$\cos \varphi > 0,5$	40 VA	$\cos \varphi > 0,5$	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	40 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between purchaser and supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

The switch shall also be able to make a low current down to 50 mA for any value of voltage defined in Table 22.

7.11.3.3 Switches setup

This device shall be provided with at least one switch for liquid surge.

The liquid surge switch shall operate at a steady liquid flow value.

Steady flow and tolerance values for relay operation are dependent on the on-load tap changer (OLTC); typically 1,5 [m/s] and 3,0 [m/s] with a tolerance of $\pm 15\%$ are applied. Other values may be required based on the guidance of the OLTC manufacturer.

Upon special request, the liquid surge switch can be provided with a mechanism, which automatically resets the position after a liquid flow operation.

The contacts shall not operate in the case of liquid flow from the conservator to the tank.

7.11.4 Tests

7.11.4.1 List of tests

7.11.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.11.4.2.1);
- Insulation test (7.11.4.2.2);
- Functional test (7.11.4.2.3).

7.11.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Vacuum withstand test (7.11.4.3.2);
- Pressure withstand test (7.11.4.3.3);
- Reverse liquid flow test (7.11.4.3.4);
- Magnetic field test (7.11.4.3.5);
- Vibration withstand test (7.11.4.3.6).

7.11.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.11.4.4).

7.11.4.2 Routine tests

7.11.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.11.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.11.4.2.3 Functional test

Correct operation of the relay shall be checked:

Switch functionality shall be checked by means of the test device button.

The minimum liquid flow for operation of the trip switch of the relay shall also be checked and the value shall be recorded in the test report.

The test shall be done under following conditions:

- liquid temperature range: +10 °C to +40 °C;
- test layout designed to assure steady liquid flow; this can be achieved for instance with:
 - length of connection pipe on tank side: ten times the internal diameter;
 - length of connection pipe on conservator side: three times the internal diameter;
- inclination of the flow-axis of the relay: not exceeding 5°;
- the liquid flow speed shall rise with a constant acceleration of $(0,2 \pm 0,1)$ m/s² until the operation of the switches; the liquid flow speed shall meet at that time the requirement. Starting acceleration from an offset value is permissible.

7.11.4.3 Type tests

7.11.4.3.1 General

In addition to the tests specified in 7.11.4.2, the following type tests shall be carried out.

7.11.4.3.2 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete relay empty of liquid for 24 h at max. 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the relay shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.11.4.3.3 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete liquid filled relay at 250 kPa for 2 min at a temperature of 70 °C.

At the end of the test, the relay shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.11.4.3.4 Reverse liquid flow test

The test shall be carried out on the complete relay with a liquid flow of 1 m/s from the conservator to the tank two times: relay in operation condition and tripped.

The test is successful if there is no relay operation after reversal liquid flow.

7.11.4.3.5 Magnetic field test

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.11.4.3.6 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.11.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.12 Sudden pressure relay

7.12.1 Additional service conditions

7.12.1.1 Maximum inclination

A tilt of max 5° to the horizontal or vertical axis depending of position is admissible.

7.12.1.2 Operating pressure

The relay shall be designed for a continuous internal pressure of 50 kPa over ambient.

7.12.1.3 Sensitivity of the relay switches to magnetic fields

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.12.2 Mechanical requirements

7.12.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.12.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device. It shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of one threaded hole for cable glands M25 × 1,5 shall be provided and protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.12.2.3 Testing facility

The detector shall be provided with the facility to connect a device to check functionally the operation of the switches.

7.12.2.4 Gas venting facility

The detector shall be fitted with a venting device.

7.12.2.5 General overall dimensions

General overall and flange interface dimensions in mm are provided in Figure 10.

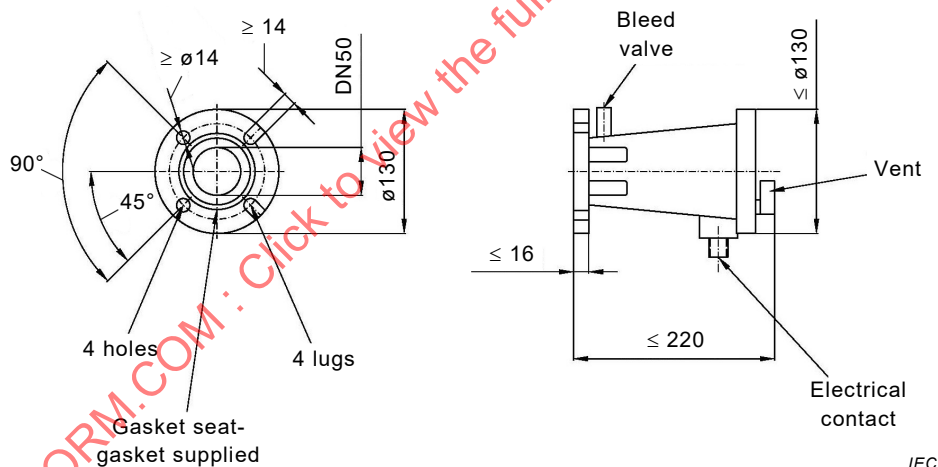


Figure 10 – Overall dimensions

7.12.3 Performance requirements

7.12.3.1 Switch type

The switch shall be potential free. Unless otherwise specified, a changeover switch type shall be provided.

7.12.3.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current of 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Rated making and breaking capacity shall conform to Table 23.

Table 23 – Making and breaking capacity – Sudden pressure relay

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents, and therefore, the values in Table 23 do not apply.

7.12.3.3 Switch setup

This device shall be provided with one switch for sudden pressure.

Sudden pressure switches for use in liquid shall have a response time within the window created by the two curves in Figure 11a.

Sudden pressure switches for use in gas shall have a response time within the window created by the two curves in Figure 11b.

NOTE Upon special request, the sudden pressure contact can be provided with a mechanism, which holds it in the position after a sudden pressure operation until it is manually reset.

Rapid pressure rise relay response curves

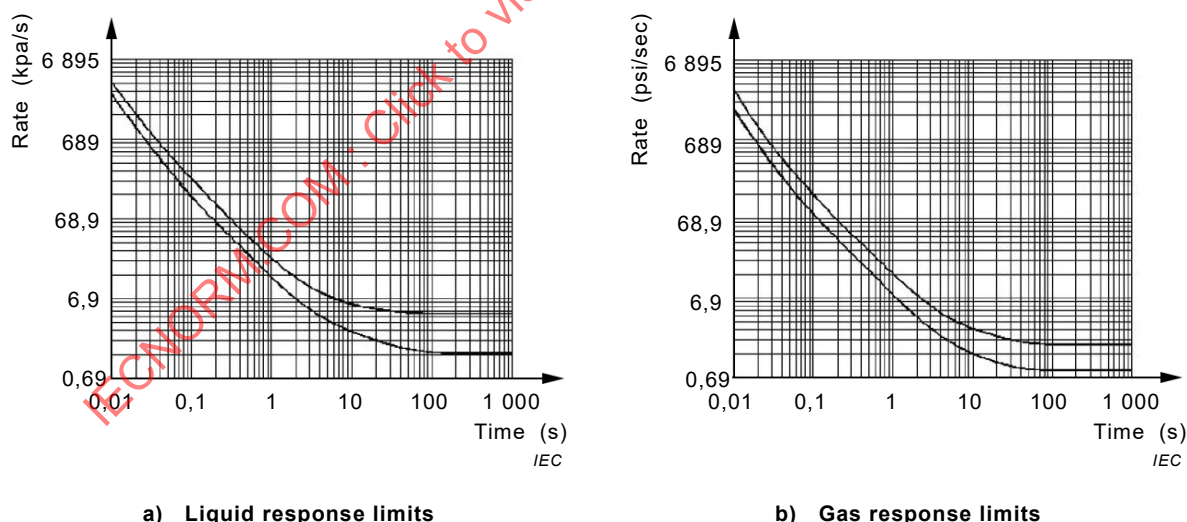


Figure 11 – Sudden pressure rise relay response curves

7.12.4 Tests

7.12.4.1 List of tests

7.12.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Liquid leakage test (7.12.4.2.1);

- Insulation test (7.12.4.2.2);
- Functional test (7.12.4.2.3);
- Verification of the response time of the relay to operate the switch (7.12.4.2.4);
- Verification of the absence of reaction of switch to a sudden pressure lower than the response time limits (7.12.4.2.5).

7.12.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Vacuum withstand test (7.12.4.3.1);
- Pressure withstand test (7.12.4.3.2);
- Magnetic field test (7.12.4.3.3);
- Vibration withstand test (7.12.4.3.4).

7.12.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.12.4.4).

7.12.4.2 Routine tests

7.12.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.12.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

The test voltage is given in Table 1.

7.12.4.2.3 Functional test

The requested values are given in 7.12.3.

Contact functionality shall be checked by pressurizing the switch chamber of the relay and then releasing the pressure in accordance with the manufacturer's instructions.

The test shall be carried out at room temperature.

7.12.4.2.4 Verification of the response time of the relay to operate the switch

The test shall be carried out to verify the device provides the response times shown in the curves in Figure 11. Different rates of rise shall be used to test the sudden pressure relay operation at least 6 points evenly distributed along its response curve. The test is considered successful if the sudden pressure relay operates within the acceptance limits.

7.12.4.2.5 Verification of the absence of reaction of switch to a sudden pressure lower than the response time limits

The test shall be carried out to verify the device does not operate at a rate of rise below the response times shown in the response curves in Figure 11. Different rates of rise shall be

used to test the sudden pressure relay operation at least 6 points evenly distributed along its response curve. The test is considered successful if the sudden pressure relay does not operate.

7.12.4.3 Type tests

7.12.4.3.1 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the instrument empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.12.4.3.2 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the instrument completely liquid filled at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.12.4.3.3 Magnetic field test

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field of up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.12.4.3.4 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations according to 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.12.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7.

7.13 Dial type gas detecting device

7.13.1 Additional service conditions

7.13.1.1 Maximum inclination

A tilt of max 5° to the horizontal or vertical axis depending of position is admissible.

7.13.1.2 Operating pressure

The relay shall be designed for a continuous internal pressure of 50 kPa over ambient.

7.13.1.3 Sensitivity of the relay contacts to magnetic fields

The relay shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.13.2 Mechanical requirements

7.13.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;

- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.13.2.2 Construction details

There shall be no direct mechanical contact between the sensing mechanism and the dial indicator.

The movement of the pointer from the minimum to the maximum level of gas shall be anticlockwise.

The vertical position of the pointer shall correspond to 200 cm³ of gas.

It shall be equipped with one switch.

It shall be possible to remove the dial, maintain or replace the switch without draining the liquid compartment to which it is fitted.

7.13.2.3 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal.

The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of one threaded hole for cable glands M25 × 1,5 shall be provided, being protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.13.2.4 Testing facility

The detector shall be provided with the facility to connect a device to functionally check the operation of the switches.

7.13.2.5 Gas sampling facility

The relay shall be fitted with a sampling petcock.

A facility shall be provided for the connection of a tube for connection of sampling at ground level.

7.13.2.6 General overall dimensions

General overall dimensions are shown in Figure 12.

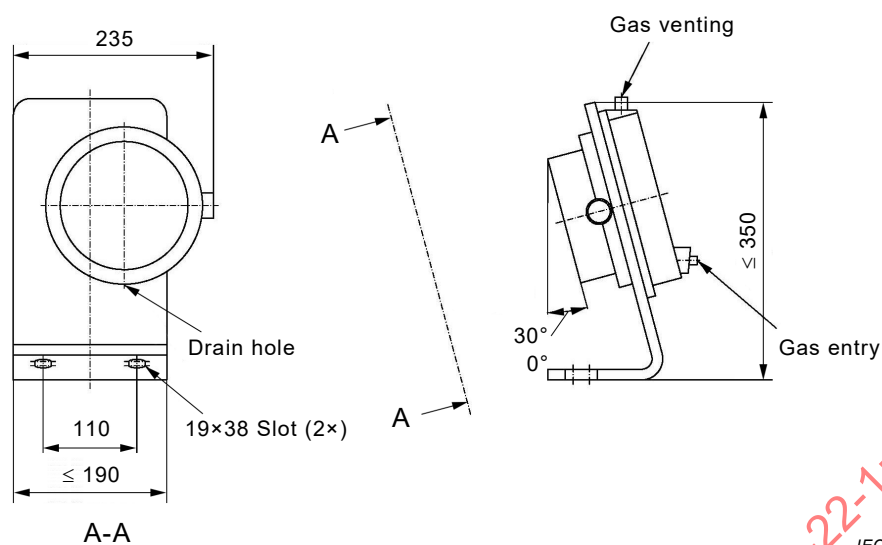


Figure 12 – Overall dimensions

7.13.3 Performance requirements – Switches

7.13.3.1 Switch type

The switch shall be potential-free. Unless otherwise specified, a changeover switch type shall be provided.

7.13.3.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current of 2 A RMS and short time current 10 A RMS for 30 ms. Rated making and breaking capacity shall conform to Table 24.

Table 24 – Making and breaking capacity – Dial type gas detecting device

Voltage	Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC to 220 V DC	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V AC	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

When the switch is required to make a low current down to 50 mA even after one year of non-operation, special switches are required with contacts that may be damaged by higher currents, and therefore, the values in Table 24 do not apply.

7.13.3.3 Switch setup

This device shall be provided with one switch for gas accumulation.

The gas accumulation switch shall operate when the accumulated gas displaces a volume of $200 \text{ cm}^3 \pm 10 \text{ cm}^3$ of liquid.

The switch shall only reset when sufficient gas has been vented.

7.13.4 Tests

7.13.4.1 List of tests

7.13.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Liquid leakage test (7.13.4.2.1);
- Insulation test (7.13.4.2.2);
- Functional test (7.13.4.2.3).

7.13.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order.

- Calibration of gas accumulation scale (7.13.4.3.1);
- Vacuum withstand test (7.13.4.3.2);
- Pressure withstand test (7.13.4.3.3);
- Magnetic field test (7.13.4.3.4);
- Vibration withstand test (7.13.4.3.5).

7.13.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.13.4.4).

7.13.4.2 Routine tests

7.13.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer, on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.13.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.13.4.2.3 Functional test

Requested values are given in 7.13.3.

The switch operation shall be checked by draining liquid from the relay. The volume of drained liquid when the switch operates shall be recorded and within the prescribed tolerance for the gas volume.

7.13.4.3 Type tests

7.13.4.3.1 Calibration of gas accumulation scale

The pointer indication shall be checked by draining liquid from the relay. The volumes of drained liquid corresponding to at least three evenly distributed marks shall correspond to the indication of the scale with a tolerance of ± 2 cm³.

7.13.4.3.2 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the complete relay empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred and the functional test shall be repeated.

7.13.4.3.3 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the complete relay liquid filled at 250 kPa for 2 min with liquid temperature of 100 °C.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.13.4.3.4 Magnetic field test

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.13.4.3.5 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.13.4.4 Special tests – Seismic withstand test

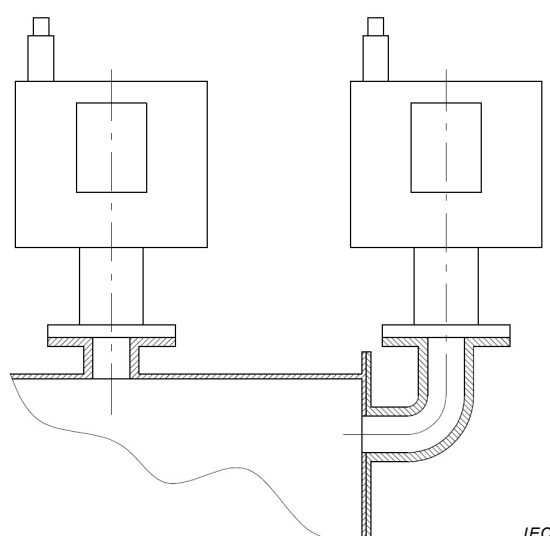
Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7.

7.14 Gas detecting device for sealed compartment

7.14.1 Additional service conditions

7.14.1.1 Mounting arrangement

The detector is intended to function in a vertical position, installed on the top of the insulating liquid conservator equipped with a flexible bag (see Figure 13). An inclination of up to 5° to the vertical axis shall be admissible.



IEC

Figure 13 – Mounting arrangement

7.14.1.2 Operating pressure

The leak detector shall be designed for a continuous internal pressure of 50 kPa over ambient.

7.14.1.3 Sensitivity of the detector switches to magnetic fields

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.14.2 Mechanical requirements

7.14.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- number of this standard;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.14.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

A minimum of two threaded holes for cable glands M25 × 1,5 shall be provided. One shall be closed by a weather-resistant plug, the other being protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between supplier and purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.14.2.3 Testing facility

The detector shall be provided with a device to functionally check the operation of the switches.

7.14.2.4 Gas venting facility

The detector shall be fitted with a gas release petcock.

7.14.2.5 Inspection windows

The detector shall be fitted with at least one scaled inspection window for the visual check of the liquid loss. On request, the windows are provided with protection covers.

7.14.2.6 General overall dimensions

General overall and flange interface dimensions in mm are shown in Figure 14.

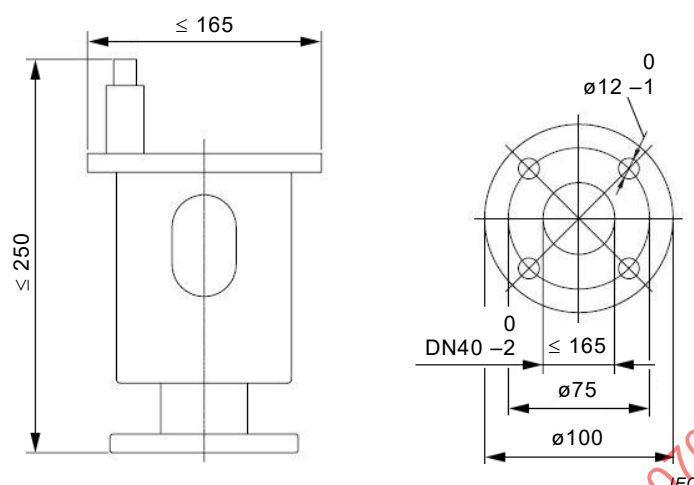


Figure 14 – Mounting dimensions

7.14.3 Performance requirements

7.14.3.1.1 Switch type

Switches shall be potential free. Unless otherwise specified, the switches shall be open ("normally open") under normal operating conditions. On request the switches can be also of the normally closed or changeover type.

7.14.3.1.2 Switch performance

Switches shall have a minimum rated current of 2 A RMS and short time current of 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 25. Typically, magnetically operated Reed type switches are provided.

Table 25 – Making and breaking capacity – Gas detecting device

Voltage	NO Switches				Changeover switches			
	Making capacity		Breaking capacity		Making capacity		Breaking capacity	
24 V DC. to 220 V DC	250 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms	130 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms
230 V AC	400 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5	250 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5

Other values may be agreed between the purchaser and the supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

The switch shall also be able to make a low current down to 50 mA for any value of voltage defined in Table 25 even after one year of non-operation.

7.14.3.1.3 Switches setup

This device shall be provided with at least one switch for liquid loss or gas accumulation.

The switch shall operate due to a liquid loss or gas accumulation volume of $400 \text{ cm}^3 \pm 50 \text{ cm}^3$.

7.14.4 Tests

7.14.4.1 List of tests

7.14.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Liquid leakage test (7.14.4.2.1);
- Insulation test (7.14.4.2.2);
- Functional test (7.14.4.2.3).

7.14.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Calibration of liquid loss scale test (7.14.4.3.1);
- Vacuum withstand test (7.14.4.3.2);
- Pressure withstand test (7.14.4.3.3);
- Magnetic field test (7.14.4.3.4);
- Vibration withstand test (7.14.4.3.5).

7.14.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.14.4.4).

7.14.4.2 Routine tests

7.14.4.2.1 Liquid leakage test

The manufacturer shall perform a test to prove the device will not leak in operation. The description of the test procedure shall be made available to the customer, on request.

The test performed by the manufacturer shall be at least as reliable as a test performed by injecting air with an over pressure of $2,5 \times 10^5$ Pa in the device immersed it in a water container for at least 5 min at ambient temperature to observe if there are escaping air bubbles or a helium leakage test with a leakage rate lower than 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.14.4.2.2 Insulation test

The manufacturer shall perform a short duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.14.4.2.3 Functional test

Requested values are given in 7.14.3.

Switch functionality shall be checked by means of the test device button.

The volume of gas necessary to operate the alarm switch shall be checked by draining liquid from the detector; the value shall be within the tolerance.

The test shall be carried out with a liquid temperature of 20 °C.

7.14.4.3 Type tests

7.14.4.3.1 Calibration of liquid loss scale test

The test shall verify that the volume of liquid loss in the leak detector corresponds to the volume indicated on the scale. A tolerance of $\pm 10\%$ is admitted.

7.14.4.3.2 Vacuum withstand test

The test shall be carried out on the instrument empty of liquid for 24 h at 2,5 kPa absolute pressure.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.14.4.3.3 Pressure withstand test

The test shall be carried out on the instrument completely liquid filled at 250 kPa for 2 min at a temperature of 100 °C.

At the end of the test, the detector shall be visually inspected to ensure that no damage has occurred, and the functional test shall be repeated.

7.14.4.3.4 Magnetic field test

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.14.4.3.5 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.14.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

7.15 Leakage detector for insulating liquid to water heat exchangers

7.15.1 Additional service conditions

7.15.1.1 Mounting arrangement

The detector is intended to be connected to the grooves between inner and outer tubes in such a way that the leaking liquid accumulates inside the detector.

7.15.1.2 Sensitivity of the detector switches to magnetic fields

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.15.2 Mechanical requirements

7.15.2.1 Nameplate

The nameplate shall contain the following information:

- name or logo of the supplier;
- country and manufacturing location;
- device manufacturer's identification;
- manufacturer's serial number;
- connection diagram (it may be incorporated on the nameplate or included in the terminal box);
- seismic withstand class, if applicable.

The device manufacturer's identification shall allow identification of the device characteristics from the mounting, operating and maintenance manual supplied by the supplier.

7.15.2.2 Terminal box

A terminal box shall be provided to connect the switches of the device; it shall include also one protective conductor or earth terminal. The number and marking of the terminals shall comply with the connection diagram.

The terminals shall be designed to accept cables having a cross-sectional area of between 1,5 mm² and 4 mm².

One threaded hole for cable glands M25 × 1,5 shall be provided and be protected for transport and storage. Other thread dimensions are subject to agreement between the supplier and the purchaser. Cable glands are supplied on demand.

7.15.2.3 Testing facility

The detector shall be provided with a device to functionally check the operation of the switches.

7.15.2.4 Draining facility

The detector shall be fitted with a draining facility.

7.15.2.5 Inspection windows

The detector shall be fitted with at least one inspection window for the visual check of the liquid level.

7.15.3 Performance requirements

7.15.3.1 Switch type

The switch shall be potential free. Unless otherwise specified, the switch shall be open ("normally open") under normal operating conditions. On request the switch can be also of the normally closed or changeover type.

7.15.3.2 Switch performance

The switch shall have a minimum rated current of 1 A RMS and short time current of 10 A RMS for 30 ms. Making and breaking capacity shall conform to Table 26. Typically magnetically operated Reed type switches are provided.

Table 26 – Making and breaking capacity – Leakage detector

Voltage	Switching capacity	
	30 W	L/R < 40 ms
24 V DC. to 220 V DC		
230 V AC	40 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Other values may be agreed between purchaser and supplier.

The minimum switch life shall be 1 000 operations.

The switch shall also be able to make a low current down to 50 mA for any value of voltage defined in Table 26 even after one year of non-operation.

7.15.3.3 Switch setup

This device shall be provided with at least one switch for liquid detection.

The switch shall operate before a liquid volume of 150 cm³ accumulates in the device.

7.15.4 Tests

7.15.4.1 List of tests

7.15.4.1.1 Routine tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Insulation test (7.15.4.2.1);
- Functional test (7.15.4.2.2).

7.15.4.1.2 Type tests

The following list of tests is not in any specific order:

- Magnetic field test (7.15.4.3.1);
- Vibration withstand test (7.15.4.3.2).

7.15.4.1.3 Special tests

- Seismic withstand test (7.15.4.4).

7.15.4.2 Routine tests

7.15.4.2.1 Insulation test

The manufacturer shall perform a short-duration (60 s) power frequency withstand voltage test between all circuits together and earth.

Test voltage is given in Table 1.

7.15.4.2.2 Functional test

The volume of liquid necessary to operate the alarm switch shall be checked by filling liquid in the detector; the value shall be lower than the value indicated in 7.15.3.3.

7.15.4.3 Type tests

7.15.4.3.1 Magnetic field test

The detector shall be able to withstand a DC magnetic field of up to 25 mT, in any direction and any polarity, without unintentional operations.

7.15.4.3.2 Vibration withstand test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6; no operation of the switches shall be recorded.

7.15.4.4 Special tests – Seismic withstand test

Upon customer request the device shall withstand seismic test in accordance with 4.7.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

Bibliography

IEC 60076-6, *Power transformers – Part 6: Reactors*

IEC 60255-27, *Measuring relays and protection equipment – Part 27: Product safety requirements*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	77
INTRODUCTION.....	79
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives	80
3 Termes et définitions	81
4 Conditions de service	82
4.1 Généralités	82
4.2 Degré de protection	83
4.3 Protection contre la corrosion	83
4.4 Résistance aux conditions ambiantes	83
4.5 Caractéristiques du liquide isolant.....	83
4.6 Résistance aux vibrations	83
4.7 Exigences sismiques.....	83
5 Caractéristiques des contacts	84
5.1 Généralités	84
5.2 Rigidité diélectrique (conformément à l'IEC 60255-27).....	84
6 Exigences générales pour les essais individuels de série et les essais de type	84
7 Dispositifs de protection	84
7.1 Relais de protection réagissant aux gaz et au liquide (relais Buchholz).....	84
7.1.1 Conditions de service supplémentaires.....	84
7.1.2 Exigences mécaniques	85
7.1.3 Exigences de performance	88
7.1.4 Essais	90
7.2 Dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide à hauteur d'homme.....	92
7.2.1 Conditions de service supplémentaires – Pression de service	92
7.2.2 Exigences mécaniques	92
7.2.3 Exigences de performance – Visibilité	93
7.2.4 Essais	93
7.3 Relais de protection des équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide	94
7.3.1 Conditions de service supplémentaires.....	94
7.3.2 Exigences mécaniques	94
7.3.3 Exigences de performance	97
7.3.4 Essais	98
7.4 Indicateurs de niveau de liquide à cadran à lecture directe	100
7.4.1 Exigences mécaniques	100
7.4.2 Exigences de performance	101
7.4.3 Essais	102
7.5 Indicateurs de débit de liquide	103
7.5.1 Exigences mécaniques	103
7.5.2 Exigences de performance	104
7.5.3 Essais	105
7.6 Dispositifs limiteurs de pression.....	106
7.6.1 Conditions de service supplémentaires.....	106
7.6.2 Exigences mécaniques	106
7.6.3 Exigences de performance	109

7.6.4	Essais	110
7.7	Soupapes de sûreté	111
7.7.1	Conditions de service supplémentaires	111
7.7.2	Exigences mécaniques	112
7.7.3	Exigences de performance – Pression de service nominale	113
7.7.4	Essais	113
7.8	Indicateurs de température du liquide à lecture directe à cadran mécanique	113
7.8.1	Exigences mécaniques	113
7.8.2	Exigences de performance	115
7.8.3	Essais	116
7.9	Indicateurs de température de l'enroulement à lecture directe à cadran mécanique	117
7.9.1	Exigences mécaniques	117
7.9.2	Exigences de performance	119
7.9.3	Essais	120
7.10	Clapet antiretour	122
7.10.1	Conditions de service supplémentaires	122
7.10.2	Exigences mécaniques	122
7.10.3	Exigences fonctionnelles	123
7.10.4	Exigences de performance	124
7.10.5	Essais	125
7.11	Relais de protection sensible au flux d'huile pour le changeur de prise en charge	126
7.11.1	Conditions de service supplémentaires	126
7.11.2	Exigences mécaniques	126
7.11.3	Exigences de performance	128
7.11.4	Essais	129
7.12	Relais de pression soudaine	131
7.12.1	Conditions de service supplémentaires	131
7.12.2	Exigences mécaniques	132
7.12.3	Exigences de performance	133
7.12.4	Essais	134
7.13	Dispositif à cadran de détection du gaz	136
7.13.1	Conditions de service supplémentaires	136
7.13.2	Exigences mécaniques	136
7.13.3	Exigences de performance – Contacts	138
7.13.4	Essais	139
7.14	Dispositif de détection du gaz pour compartiment scellé	140
7.14.1	Conditions de service supplémentaires	140
7.14.2	Exigences mécaniques	141
7.14.3	Exigences de performance	142
7.14.4	Essais	143
7.15	Détecteur de fuite de liquide isolant dans les hydroréfrigérants	145
7.15.1	Conditions de service supplémentaires	145
7.15.2	Exigences mécaniques	145
7.15.3	Exigences de performance	146
7.15.4	Essais	146
	Bibliographie	148

Figure 1 – DN 25 à 100 avec brides circulaires	87
Figure 2 – DN 25 avec raccords filetés	87
Figure 3 – Relais actionné au gaz et au liquide avec brides rectangulaire de diamètre nominal de 80 mm	88
Figure 4 – Sortie et détails du montage: vue générale	96
Figure 5 – Détails des fixations et disposition de la boîte à bornes	97
Figure 6 – Interface de bride	108
Figure 7 – Dimensions hors tout maximales	109
Figure 8 – Interface de montage et dimensions hors tout générales	112
Figure 9 – Dimensions hors tout générales	128
Figure 10 – Dimensions hors tout	133
Figure 11 – Courbes de réponse du relais d'augmentation de la pression soudaine	134
Figure 12 – Dimensions hors tout	138
Figure 13 – Disposition de montage	141
Figure 14 – Dimensions de montage	142
Tableau 1 – Rigidité diélectrique des contacts – Fréquence industrielle	84
Tableau 2 – Rigidité diélectrique des contacts – Choc	84
Tableau 3 – Dimensions préférentielles du corps du relais, en mm	86
Tableau 4 – Dimensions de bride, en mm	86
Tableau 5 – Autres dimensions du relais, en mm	87
Tableau 6 – Autres dimensions de bride du relais, en mm	88
Tableau 7 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais Buchholz	89
Tableau 8 – Débit de liquide constant pour le fonctionnement du relais	90
Tableau 9 – Identification des relais	95
Tableau 10 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais de protection	98
Tableau 11 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OLI	101
Tableau 12 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OFI	104
Tableau 13 – Dimensions de l'interface de fixation selon la Figure 6	108
Tableau 14 – Dimensions hors tout selon la Figure 7	109
Tableau 15 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – PRD	110
Tableau 16 – Interface de fixation et dimensions hors tout selon Figure 8	112
Tableau 17 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OTI	115
Tableau 18 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – WTI	120
Tableau 19 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Clapet antiretour	124
Tableau 20 – Dimensions préférentielles du corps du relais, en mm	127
Tableau 21 – Dimensions de bride, en mm	128
Tableau 22 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais de débit de liquide	129
Tableau 23 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais de pression soudaine	133
Tableau 24 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Dispositif à cadran de détection du gaz	138
Tableau 25 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Dispositif de détection du gaz	143
Tableau 26 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Détecteur de fuite	146

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

**Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance
et bobines d'inductance – Dispositifs de protection**

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 60076-22-1 a été établie par le comité d'études 14 de l'IEC: Transformateurs de puissance.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/992/FDIS	14/997/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

INTRODUCTION

La présente partie 22-1 de la série IEC 60076 couvre tous les accessoires relatifs à la sécurité des transformateurs ou des bobines d'inductance et dont la fonction consiste à signaler toutes les conditions anormales d'exploitation, et présente les exigences de fonctionnement spécifiques à chaque accessoire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-1:2019

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs de protection

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60076-22 s'applique aux dispositifs de protection installés sur des transformateurs de puissance immergés dans un liquide conformes à l'IEC 60076-1 et aux bobines d'inductance conformes à l'IEC 60076-6 avec ou sans conservateur, pour les installations intérieures ou extérieures. Elle présente les conditions de service et les exigences mécaniques et électriques communes à tous les dispositifs, et qui sont pertinentes pour la sécurité de l'appareil et dont la fonction consiste à signaler des conditions anormales d'exploitation.

Elle présente également les exigences de fonctionnement spécifiques à chaque dispositif et, dans certains cas, les dimensions préférentielles pertinentes pour l'interchangeabilité, ainsi que les essais de type et individuels de série à réaliser.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60068-3-3:1991, *Essais d'environnement – Partie 3-3: Guide – Méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels*

IEC 60076-1:2011, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 60076-7, *Transformateurs de puissance – Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*

IEC 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60721-3-4, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 4: Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC 60947-5-1, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

ISO 228-1, *Filetages de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filet – Partie 1: Dimensions, tolérances et désignation*

ISO 12944-6, *Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture – Partie 6: Essais de performance en laboratoire*

3 Termes et définitions

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

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

Relais de protection réagissant aux gaz et au liquide

relais Buchholz

dispositif destiné à détecter les dégagements de gaz de l'appareil à protéger, les mouvements de liquide entre la cuve et le conservateur, et la perte complète de liquide dans le conservateur

3.2

dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide à hauteur d'homme

dispositif permettant la prise d'échantillon de gaz et de liquide à partir du relais Buchholz au niveau du sol

3.3

relais de protection des équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide

dispositif de protection multifonctionnel destiné aux équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide sans matelas gazeux

3.4

indicateur de niveau de liquide à cadran à lecture directe

indicateur de niveau d'huile

OLI

dispositif indiquant le niveau de liquide dans le conservateur principal ou dans un compartiment séparé

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "OLI" est dérivé du terme anglais développé correspondant "oil level indicator".

3.5

indicateur de circulation de liquide

indicateur de circulation d'huile

OFI

dispositif qui détecte le flux de liquide dans un système de refroidissement forcé

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "OFI" est dérivé du terme anglais développé correspondant "oil flow indicator".

3.6

soupape de limitation de pression

PRD

dispositif qui libère la surpression interne selon une valeur prédéfinie sur les transformateurs de moyenne ou grande puissance

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "PRD" est dérivé du terme anglais développé correspondant "pressure relief device".

3.7

soupape de sûreté

PRV

dispositif qui libère la surpression interne selon une valeur prédéfinie sur les transformateurs de faible puissance

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "PRV" est dérivé du terme anglais développé correspondant "pressure relief valve".

3.8

indicateur mécanique de température du liquide à cadran à lecture directe

indicateur de température d'huile

OTI

dispositif qui indique la température du liquide du transformateur

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "OTI" est dérivé du terme anglais développé correspondant "oil temperature indicator".

3.9

indicateur mécanique de température de l'enroulement à cadran à lecture directe

indicateur de température de l'enroulement

WTI

dispositif qui indique la température estimée de l'enroulement du transformateur

Note 1 à l'article: Le terme abrégé WTI est dérivé du terme anglais développé correspondant "winding temperature indicator".

3.10

clapet antiretour

dispositif qui arrête le débit de liquide entre le conservateur et la cuve en cas de perte de liquide importante de la cuve

3.11

relais de protection sensible au flux d'huile pour le changeur de prise en charge

dispositif installé dans le tuyau entre le haut du commutateur ou du sélecteur en charge d'un changeur de prise en charge et le conservateur de liquide, réagissant à un débit de liquide prédéterminé et permettant la mise hors service du transformateur

3.12

relais de brusque pression

dispositif mécanique de détection des augmentations soudaines de pression

3.13

dispositif de détection du gaz à cadran

dispositif signalant l'accumulation de gaz dans un transformateur scellé rempli de liquide

3.14

dispositif de détection du gaz pour compartiment scellé

dispositif de détection de la présence de gaz dans un compartiment scellé rempli de liquide

3.15

détecteur de fuite de liquide isolant dans les hydroréfrigérants

dispositif de détection des fuites d'eau ou de liquide isolant dans un hydroréfrigérant à double tube

4 Conditions de service

4.1 Généralités

Les conditions de service présentées en 4.2 de l'IEC 60076-1:2011 représentent le domaine d'application normal du fonctionnement des dispositifs et équipements spécifiés dans la présente norme.

Si des conditions de service inhabituelles exigent une prise en compte particulière dans la conception des dispositifs ou équipements, voir le 5.5 de l'IEC 60076-1:2011. La spécification du dispositif pour des opérations dans de telles conditions de service inhabituelles doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

4.2 Degré de protection

Le degré de protection de la boîte de raccordement ou de la boîte à bornes pour une installation extérieure doit être au moins IP 54 conformément à l'IEC 60529, sauf spécification contraire par l'acheteur.

4.3 Protection contre la corrosion

Les matériaux utilisés pour la construction des dispositifs et des équipements ou le traitement de surface doivent résister au liquide isolant et aux conditions environnementales. Sauf spécification contraire, le niveau de résistance minimal doit être de classe C4 de durabilité "moyenne" (voir l'ISO 12944-6).

4.4 Résistance aux conditions ambiantes

Les matériaux utilisés pour la construction des dispositifs et des équipements doivent résister aux UV et être adaptés à une utilisation extérieure. Les fenêtres et les niveaux visibles ne doivent pas devenir opaques sur la durée de vie de l'accessoire.

4.5 Caractéristiques du liquide isolant

Le présent paragraphe porte uniquement sur les accessoires en contact avec le liquide isolant.

Sauf spécification contraire, le liquide isolant est un liquide minéral conforme à l'IEC 60296, et la température d'exploitation doit être conforme à l'IEC 60076-7.

Si le liquide isolant n'est pas une huile minérale, la variation de viscosité et la température d'exploitation doivent être indiquées par l'acheteur. Les performances des dispositifs dépendent des propriétés du liquide, qu'il convient d'adapter si nécessaire.

NOTE L'IEC 60296 spécifie une viscosité maximale de 12 mm²/s à 40 °C et de 1 800 mm²/s à -30 °C. L'IEC 60076-7 indique une température du liquide en haut de cuve de 105 °C pour un régime de charge cyclique normal, et de 115 °C pour un régime de charge de secours.

4.6 Résistance aux vibrations

Les accessoires doivent résister:

- à une vibration non stationnaire provoquant un choc vertical de 100 m/s², avec un spectre de type 1 conformément à l'IEC 60721-3-4;
- à une vibration sinusoïdale stationnaire de classe 4M4 conformément à l'IEC 60721-3-4. Dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, la classe 4M6 peut également être spécifiée.

4.7 Exigences sismiques

Si l'accessoire fait l'objet d'une exigence sismique mais qu'aucune valeur d'accélération n'est spécifiée, le niveau de performance doit être choisi conformément à l'IEC 60068-3-3, comme suit:

- classification: critère 0 (voir 4.3 de l'IEC 60068-3-3:1991);
- niveau de performance II (voir 7.1 de l'IEC 60068-3-3:1991; une fréquence de départ de 2 Hz est acceptable).

5 Caractéristiques des contacts

5.1 Généralités

Le présent article définit les caractéristiques minimales de performance que les contacts électriques utilisés dans ces accessoires sont susceptibles d'avoir, conformément à l'IEC 60947-5-1. Les contacts contenant du mercure ne sont pas admis.

5.2 Rigidité diélectrique (conformément à l'IEC 60255-27)

La rigidité diélectrique minimale est donnée au Tableau 1 et au Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 1 – Rigidité diélectrique des contacts – Fréquence industrielle

	Tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle kV 1 min (valeur efficace)
Entre les circuits et la terre	2
Entre les contacts en position ouverte	1

Tableau 2 – Rigidité diélectrique des contacts – Choc

	Tension de tenue aux chocs de foudre kV (crête)
Entre les circuits et la terre	4
Entre les contacts en position ouverte	3

6 Exigences générales pour les essais individuels de série et les essais de type

Les essais doivent être réalisés à une température ambiante comprise entre 10 °C et 40 °C, sauf spécification contraire.

Tous les instruments de mesure utilisés pour les essais doivent être de précision traçable, et régulièrement étalonnés, conformément aux règles indiquées dans un système selon l'ISO 9001 ou similaire.

7 Dispositifs de protection

7.1 Relais de protection réagissant aux gaz et au liquide (relais Buchholz)

7.1.1 Conditions de service supplémentaires

7.1.1.1 Inclinaison maximale

Le relais est destiné à fonctionner en position horizontale. Une inclinaison positive jusqu'à 5° par rapport à l'axe horizontal est admise en direction du conservateur. Une inclinaison latérale maximale de 5° de part et d'autre de l'axe vertical est admise.

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

7.1.1.2 Pression de service

Le relais doit être conçu pour une pression interne permanente de 50 kPa au-dessus de la pression ambiante.

7.1.1.3 Immunité des contacts des relais aux champs magnétiques

Le relais doit être en mesure de résister à un champ magnétique continu jusqu'à 25 mT, dans toutes les directions et toutes les polarités, sans fonctionnement intempestif.

7.1.2 Exigences mécaniques

7.1.2.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.1.2.2 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Elle doit également contenir un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des bornes doivent être conforme au schéma des connexions.

Les bornes doivent être conçues pour accepter des câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 4 mm².

Au moins deux trous filetés doivent être prévus pour des presse-étoupes M25 × 1,5. L'un doit être obturé par un capuchon résistant aux intempéries, et l'autre protégé pour le transport et le stockage. Les autres dimensions de filetage font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.1.2.3 Bouton de test

Le relais doit être doté d'un dispositif de contrôle du fonctionnement et de la séquence des contacts. Le dispositif d'essai mécanique doit faire la distinction entre le contact d'alarme et le contact de déclenchement.

7.1.2.4 Installation d'échantillonnage du gaz et du liquide

Le relais doit être muni d'un robinet de dégazage et de prélèvement d'échantillon de gaz.

Un raccord doit être prévu pour la connexion du dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide à hauteur d'homme.

7.1.2.5 Dispositif de vidange

Un dispositif de vidange doit être fourni.

Si cela est exigé, un raccord doit être prévu pour la vidange à hauteur d'homme.

7.1.2.6 Hublots

Le relais doit être muni d'au moins deux hublots gradués permettant de contrôler visuellement des deux côtés la présence de gaz. Les hublots sont dotés de capots de protection, sur demande.

7.1.2.7 Disposition de montage

Une flèche placée sur le relais doit indiquer le sens de circulation du liquide vers le conservateur.

7.1.2.8 Dimensions hors tout générales

Le Tableau 3 et le Tableau 4 doivent être consultés avec la Figure 1 et la Figure 2.

Tableau 3 – Dimensions préférentielles du corps du relais, en mm

Diamètre nominal <i>DN</i>	A max.	B max.	C max.	D ^a min.	L		E ^b
					Type court	Type long	
25 ^c	205	75	275	300	200	240	190
50	205	90	275	300	195	240	220
80	220	100	275	400	195	240	220
100	220	110	275	400	220	-	-

^a Espace libre minimal permettant de retirer le mécanisme du corps du relais.

^b Espace libre minimal pour le montage et l'accès au relais.

^c Pour le diamètre nominal (*DN*), des raccords filetés 25 mm de G1 ½ A (ISO 228-1) sont admis avec L = 185 mm (voir la Figure 2).

Tableau 4 – Dimensions de bride, en mm

Diamètre nominal <i>DN</i>	d1	d2	d3	d4	Nombre de trous de boulon		d5 max.
					Type court	Type long	
25	25	115	85	14	4	4	16
50	50	165	125	18	4	4	18
80	80	200	160	18	8	4	18
100	100	220	180	18	8	-	18

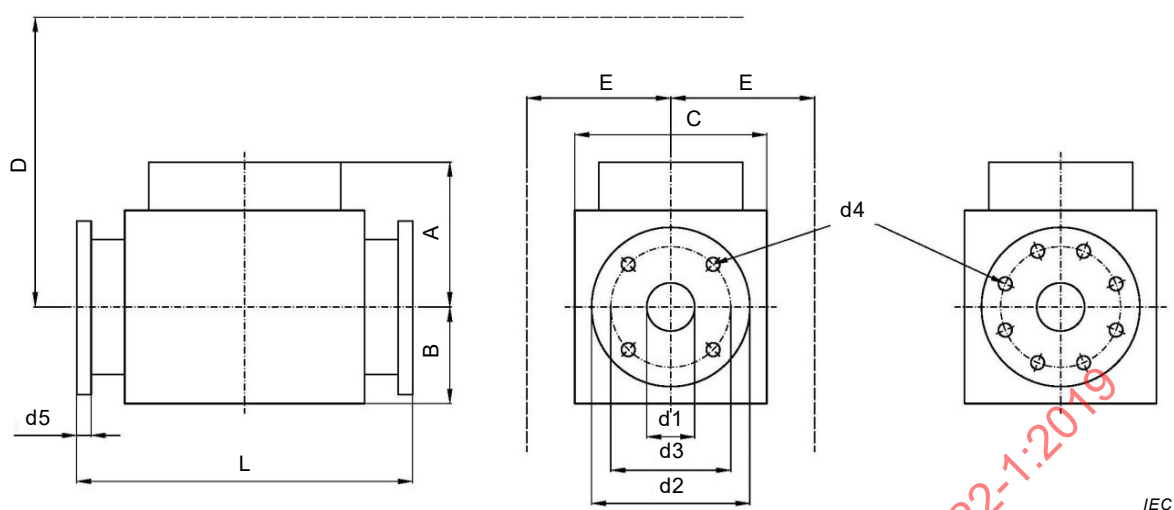


Figure 1 – DN 25 à 100 avec brides circulaires

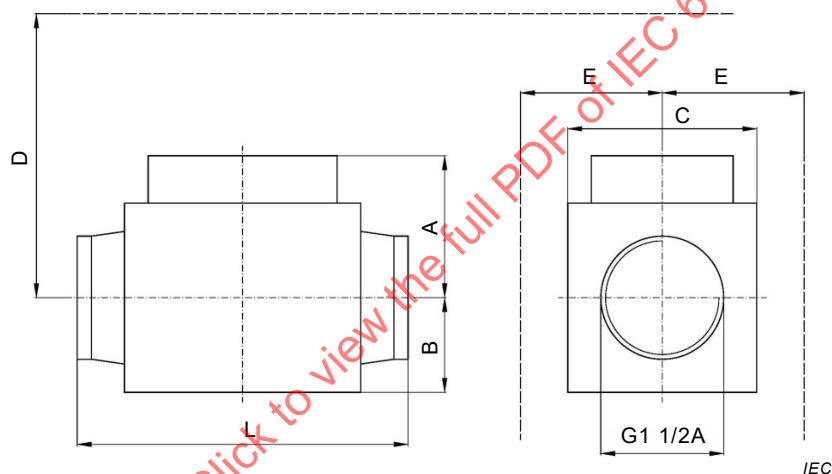


Figure 2 – DN 25 avec raccords filetés

7.1.2.9 Autres dimensions hors tout

Dans certains pays, d'autres dimensions telles que celles indiquées au Tableau 5 et au Tableau 6 peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

Les dimensions font référence à la Figure 1 ci-dessus ou à la Figure 3 ci-dessous pour les relais à brides rectangulaires.

Tableau 5 – Autres dimensions du relais, en mm

Diamètre nominal DN	A max.	B max.	C max.	D1 ^a min.	L	E ^b
25	180	140	320	200	127	315
50	170	150	320	200	184	315
80	170	150	320	200	184	315

^a Espace libre minimal pour l'accès des robinets de prélèvement.

^b Espace libre minimal pour le montage et l'accès au relais.

Tableau 6 – Autres dimensions de bride du relais, en mm

Diamètre nominal DN	d1	d2	d3	d4	Nombre de trous de boulon	d5 max.
25	25,4	76	72	M10	4	N/A
50	50,8	139	110	11,1	6	14
80	76,2	160	130	11,1	6	14

Les dimensions du relais Buchholz de DN 80 à brides rectangulaires sont données à la Figure 3.

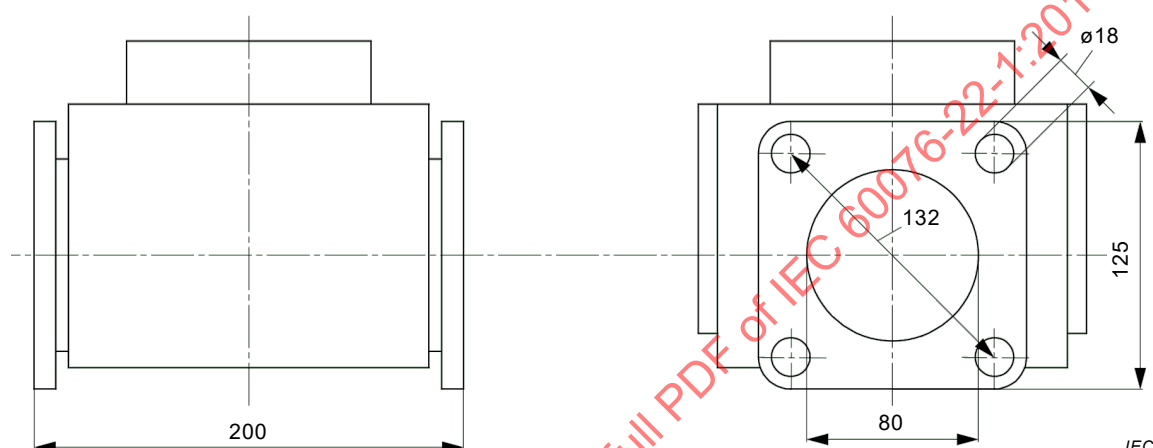


Figure 3 – Relais actionné au gaz et au liquide avec brides rectangulaire de diamètre nominal de 80 mm

7.1.3 Exigences de performance

7.1.3.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, les contacts doivent être ouverts ("normalement ouverts") dans les conditions normales de fonctionnement (les conditions de fonctionnement sont normales lorsque le relais est rempli d'huile et qu'il n'y a aucun défaut sur l'équipement protégé). Les contacts peuvent également être, sur demande, des inverseurs ou des contacts normalement fermés.

7.1.3.2 Performance des contacts

Le courant assigné minimal de fonctionnement des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) pour les contacts normalement ouverts, et de 1 A (valeur efficace) pour les contacts inverseurs, et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms.

Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent satisfaire aux exigences de Tableau 7. En règle générale, des contacts de type Reed à commande magnétique sont fournis.

Tableau 7 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais Buchholz

Tension	Contacts NO				Inverseurs			
	Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure		Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	250 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms	130 W	L/R < 40 ms	30 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	400 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5	250 VA	cos φ > 0,5	40 VA	cos φ > 0,5

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 1 000 opérations.

Le contact doit également être en mesure d'établir un courant de faible intensité jusqu'à 50 mA pour toutes les valeurs de tension définies au Tableau 7.

7.1.3.3 Montage de contacts

Ce dispositif doit être équipé d'au moins un contact pour l'accumulation de gaz et d'un autre pour les mouvements de liquide et les pertes de liquide.

Le contact d'accumulation de gaz doit fonctionner lorsque le volume d'accumulation de gaz est compris entre 100 cm³ et 400 cm³. Le contact d'accumulation de gaz doit fonctionner avant que le gaz ne s'échappe dans la tuyauterie vers le conservateur.

Pour chaque type de relais Buchholz, le fabricant doit établir la plage d'accumulation de gaz pour laquelle le contact fonctionne.

Le contact d'accumulation de gaz réagit également à une fuite de liquide introduisant de l'air dans la chambre du relais.

Le contact de mouvement de liquide doit fonctionner à débit constant comme indiqué dans le Tableau 8.

Ce fonctionnement ne doit pas être impacté négativement lorsque le contact d'alarme est déjà fermé et que le gaz s'échappe librement.

Le contact de perte de liquide doit fonctionner avant que le tuyau ne soit vide.

Les contacts de mouvement de liquide et de perte de liquide sont en général les mêmes, sauf si un réglage différent a été convenu entre l'acheteur et le fabricant.

Sur demande particulière, le contact de mouvement de liquide peut être équipé d'un mécanisme qui le maintient en position après une opération d'écoulement de liquide, jusqu'à son réarmement manuel.

Tableau 8 – Débit de liquide constant pour le fonctionnement du relais

Diamètre intérieur du raccord de tuyau de liquide [mm]	Débit de liquide constant pour le fonctionnement du relais [m/s]	Tolérance %
25	1	±15
50	1	±15
80	1 ou 1,5 ou 2	±15
100	1,5 ou 2	±15

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

Les contacts ne doivent pas fonctionner en cas d'écoulement de liquide entre le conservateur et la cuve.

7.1.4 Essais

7.1.4.1 Liste des essais

7.1.4.1.1 Essais individuels de série

La liste d'essais suivante n'est pas donnée dans un ordre spécifique:

- Essai d'étanchéité (7.1.4.2.1);
- Essai d'isolement (7.1.4.2.2);
- Essai fonctionnel (7.1.4.2.3).

7.1.4.1.2 Essais de type

La liste d'essais suivante n'est pas donnée dans un ordre spécifique:

- Essai d'étalonnage de l'échelle de collecte des gaz (7.1.4.3.1);
- Essai de tenue au vide (7.1.4.3.2);
- Essai de tenue à la pression (7.1.4.3.3);
- Essai d'écoulement inversé du liquide (7.1.4.3.4);
- Essai de champ magnétique (7.1.4.3.5);
- Essai de tenue aux vibrations (7.1.4.3.6).

7.1.4.1.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.1.4.4).

7.1.4.2 Essais individuels de série

7.1.4.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai réalisé en injectant de l'air à une surpression de $2,5 \times 10^5$ Pa dans le dispositif plongé dans un récipient d'eau pendant au moins 5 min à température ambiante, afin d'observer si des bulles d'air s'échappent, ou qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.1.4.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre tous les circuits ensemble et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.1.4.2.3 Essai fonctionnel

Les valeurs exigées sont données en 7.1.3.3.

La fonctionnalité et le réglage du contact doivent être vérifiés en vidangeant le liquide du relais. Les valeurs de fonctionnement des contacts doivent être dans les limites de la tolérance.

Le débit de liquide constant minimal pour le fonctionnement du contact de déclenchement du relais doit également être vérifié.

Les contacts doivent également être essayés au moyen du dispositif d'essai mécanique.

L'essai doit être réalisé dans les conditions suivantes:

- plage de températures du liquide: +10 °C à +40 °C;
- le montage d'essai est conçu pour assurer un débit de liquide constant. Cela peut être assuré, par exemple, avec une:
 - longueur de raccord de tuyau côté cuve: dix fois le diamètre interne;
 - longueur de raccord de tuyau côté conservateur: trois fois le diamètre interne.
- inclinaison de l'axe du flux de liquide du relais: 5° au maximum.

L'écoulement du liquide doit s'accélérer selon une valeur constante de $0,2 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$ jusqu'au fonctionnement des contacts. La vitesse d'écoulement doit à cet instant satisfaire à l'exigence. Le démarrage de l'accélération à partir d'une valeur non nulle est admissible.

7.1.4.3 Essais de type

7.1.4.3.1 Essai d'étalonnage de l'échelle de collecte des gaz

L'essai doit permettre de vérifier que le volume de gaz collecté dans le relais Buchholz correspond au volume indiqué sur l'échelle. Une tolérance de $\pm 10 \%$ est admise.

7.1.4.3.2 Essai de tenue au vide

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du relais sans liquide pendant 24 h à une pression absolue de 2,5 kPa.

À la fin de l'essai, le relais doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et l'essai fonctionnel doit être répété.

7.1.4.3.3 Essai de tenue à la pression

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du relais rempli de liquide à 250 kPa et une température de 70 °C pendant 2 min.

À la fin de l'essai, le relais doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et l'essai individuel de série doit être répété.

7.1.4.3.4 Essai d'écoulement inversé du liquide

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du relais avec un débit de liquide de 1 m/s entre le conservateur et la cuve. L'essai est concluant si le relais ne fonctionne pas.

L'essai doit être réalisé dans les conditions suivantes:

- plage de températures du liquide: +10 °C à +40 °C;
- le montage d'essai est conçu pour assurer un débit de liquide constant. Cela peut être assuré, par exemple, avec:
 - longueur de raccord de tuyau côté cuve: dix fois le diamètre interne;
 - longueur de raccord de tuyau côté conservateur: trois fois le diamètre interne;
- inclinaison de l'axe du débit du relais: 5° au maximum.

L'écoulement du liquide doit s'accélérer selon une valeur constante de $(0,2 \pm 0,1)$ m/s² tant que la valeur de 1 m/s n'a pas été atteinte. Le démarrage de l'accélération à partir d'une valeur non nulle est admissible.

7.1.4.3.5 Essai de champ magnétique

Le relais doit être en mesure de résister à un champ magnétique continu jusqu'à 25 mT, dans toutes les directions et toutes les polarités, sans fonctionnement intempestif.

7.1.4.3.6 Essai de tenue aux vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.1.4.4 Essais spéciaux – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au 4.7.

7.2 Dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide à hauteur d'homme

7.2.1 Conditions de service supplémentaires – Pression de service

Le dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide doit être conçu pour une pression interne permanente de 100 kPa au-dessus de la pression ambiante.

7.2.2 Exigences mécaniques

7.2.2.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant;

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.2.2.2 Détails de la construction

Le dispositif de prise d'échantillon de gaz et de liquide à hauteur d'homme doit être équipé:

- d'un robinet de prélèvement permettant la vidange du liquide du dispositif, ce robinet étant installé en bas du dispositif de prise d'échantillon;
- d'un robinet de prélèvement permettant d'échantillonner le gaz à son arrivée dans le dispositif de prise d'échantillon, ce robinet étant installé en haut dudit dispositif;
- d'un robinet de prélèvement permettant de raccorder le robinet de prélèvement d'échantillonnage du relais Buchholz au moyen d'un tube de diamètre adapté. Ce robinet doit rester ouvert en fonctionnement;
- d'un hublot permettant de surveiller l'entrée du gaz dans le dispositif de prise d'échantillon. Le hublot est doté de capots de protection, sur demande.

7.2.3 Exigences de performance – Visibilité

Le dispositif de prise d'échantillon doit permettre une visibilité claire du niveau de liquide à l'intérieur.

7.2.4 Essais

7.2.4.1 Liste des essais

7.2.4.1.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'étanchéité (7.2.4.2.1);
- Fonctionnalité du robinet de prélèvement (7.2.4.2.2).

7.2.4.1.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'étalonnage de l'échelle de collecte des gaz (7.2.4.3.1);
- Essai de tenue au vide (7.2.4.3.2);
- Essai de tenue à la pression (7.2.4.3.3);
- Essai d'endurance du robinet de prélèvement (7.2.4.3.4).

7.2.4.2 Essais individuels de série

7.2.4.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai réalisé en injectant de l'air à une surpression de $2,5 \times 10^5$ Pa dans le dispositif plongé dans un récipient d'eau pendant au moins 5 min à température ambiante, afin d'observer si des bulles d'air s'échappent, ou qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.2.4.2.2 Fonctionnalité du robinet de prélèvement

Tous les robinets de prélèvement doivent fonctionner sans difficulté sur un cycle "fermé – ouvert – fermé".

7.2.4.3 Essais de type

7.2.4.3.1 Essai d'étalonnage de l'échelle de collecte des gaz

Lorsqu'une échelle est présente, l'essai doit permettre de vérifier que le volume de gaz collecté dans le dispositif correspond au volume indiqué sur celle-ci. Une tolérance de $\pm 10\%$ est admise.

7.2.4.3.2 Essai de tenue au vide

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du dispositif sans liquide pendant 24 h à une pression absolue de 2,5 kPa.

À la fin de l'essai, le dispositif doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé.

7.2.4.3.3 Essai de tenue à la pression

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du dispositif rempli de liquide à 250 kPa et une température de 100 °C pendant 2 min.

À la fin de l'essai, le dispositif doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et les essais individuels de série doivent être répétés.

7.2.4.3.4 Essai d'endurance du robinet de prélèvement

Tous les robinets de prélèvement doivent fonctionner sans défaillance sur 100 cycles "fermé – ouvert – fermé". À la suite de l'essai d'endurance, l'essai d'étanchéité doit être répété.

7.3 Relais de protection des équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide

7.3.1 Conditions de service supplémentaires

7.3.1.1 Inclinaison maximale

Le relais est destiné à fonctionner en position verticale. Une inclinaison de 5° par rapport à l'axe vertical doit être admissible (équipement mobile, remorque, etc.).

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

7.3.1.2 Pression de service

La pression de service permanente maximale doit être de 50 kPa au-dessus de la pression ambiante.

7.3.1.3 Immunité des contacts des relais aux champs magnétiques

Le relais doit être en mesure de résister à un champ magnétique continu jusqu'à 25 mT, dans toutes les directions et toutes les polarités, sans fonctionnement involontaire.

7.3.2 Exigences mécaniques

7.3.2.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;

- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.3.2.2 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Les bornes doivent être conçues pour accepter les câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 2,5 mm².

Une borne de terre clairement marquée doit également être prévue.

Au moins deux trous doivent être prévus pour des presse-étoupes M25 × 1,5. L'un doit être obturé par un capuchon résistant aux intempéries, et l'autre protégé pour le transport et le stockage.

Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.3.2.3 Échantillonnage du gaz

Le relais doit être équipé d'un robinet de prise d'échantillon aisément accessible.

7.3.2.4 Présence de gaz dans le relais

Il doit être possible de vérifier visuellement la présence de gaz d'au moins trois côtés à la fois.

7.3.2.5 Identification des relais

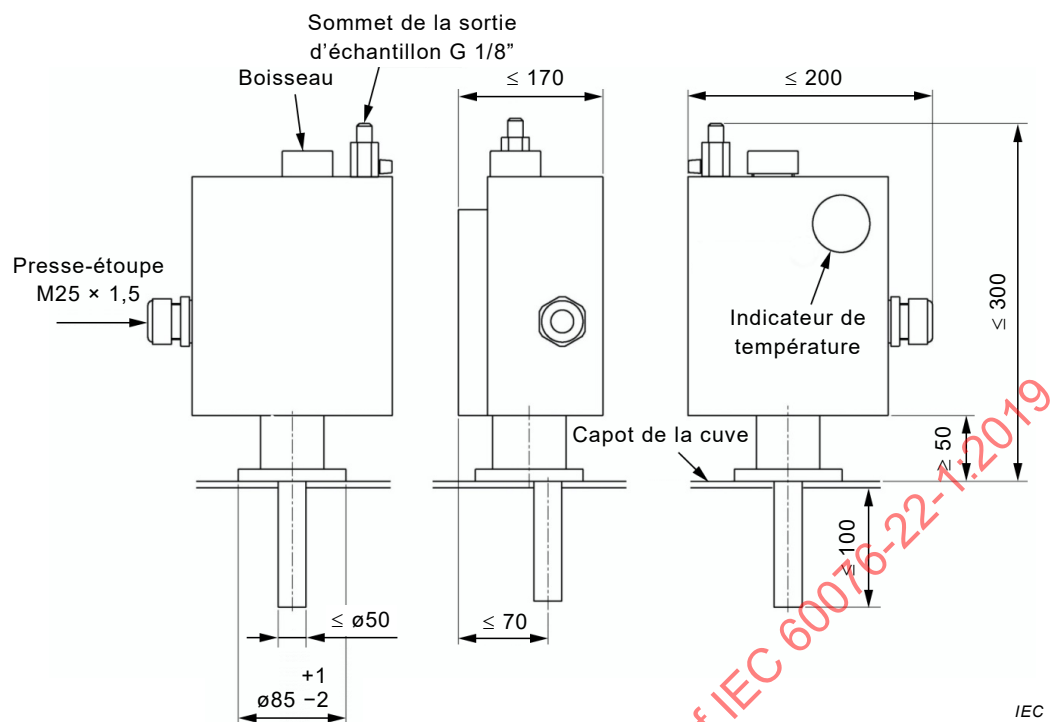
Tableau 9 – Identification des relais

Fonction	Type de relais 1	Type de relais 2
Détection de gaz et de fuite	1 contact	1 contact
Détection de surpression	1 contact	1 contact
Détection d'échauffement		2 contacts – (alarme/déclenchement)
Indicateur de température	Oui	Oui
Contrôle visuel de fuite	Oui	Oui
NOTE Les deux fonctions de détection de gaz et de fuite sont en général activées par un contact en commun.		

D'autres types de relais ayant des fonctions supplémentaires par rapport à celles définies au Tableau 9 sont acceptables dans le cadre d'un accord.

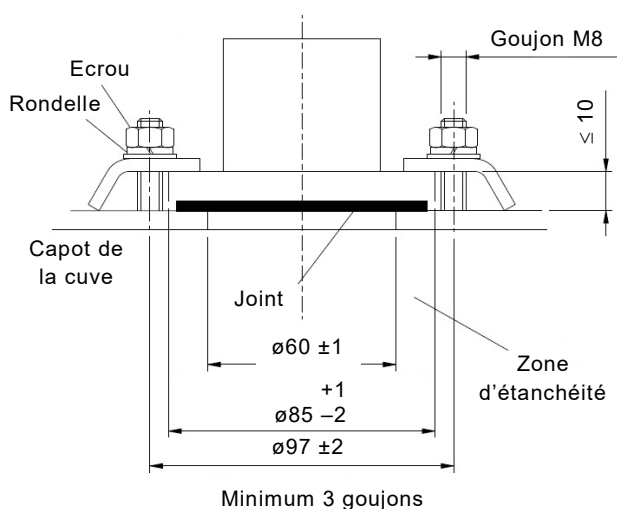
7.3.2.6 Dimensions hors tout et détails du montage

La Figure 4 et la Figure 5 présentent les dimensions hors tout et les détails du montage.

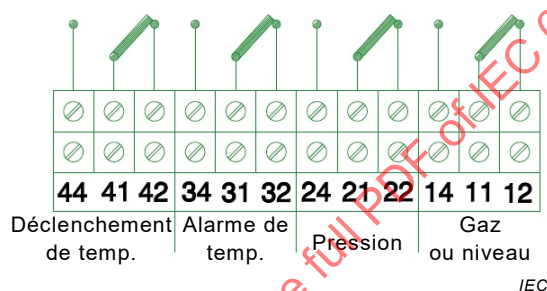


La figure présente les dispositions préférentielles et les dimensions classiques.

Figure 4 – Sortie et détails du montage: vue générale



5a – Détails des fixations



5b – Relais de marquage des bornes rempli de liquide

Figure 5 – Détails des fixations et disposition de la boîte à bornes

7.3.3 Exigences de performance

7.3.3.1 Généralités

Ce relais doit également permettre un complément de remplissage de liquide du transformateur.

Chaque fonction du relais doit être assurée par un mécanisme de fonctionnement et un contact indépendants.

7.3.3.2 Contacts

7.3.3.2.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, les contacts doivent être de type inverseur.

7.3.3.2.2 Performance des contacts

Le courant assigné des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 10.

Tableau 10 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – Relais de protection

Tension	Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	25 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	60 VA	cos φ > 0,5

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 1 000 opérations.

Quand le contact doit établir un courant faible jusqu'à 50 mA même après une année sans fonctionner, des contacts spéciaux sont exigés qui pourraient être endommagés par des courants élevés, les valeurs du Tableau 1 ne s'appliquant donc pas.

7.3.3.2.3 Montage de contacts

Ce dispositif doit être équipé d'au moins un contact pour l'accumulation de gaz et les pertes de liquide et d'un autre pour la surpression. Pour le type de relais 2, deux contacts supplémentaires doivent être prévus pour la détection de température.

Le contact d'accumulation de gaz doit fonctionner lorsque le volume d'accumulation de gaz ou d'une perte de liquide est compris entre 100 cm³ et 200 cm³.

Le contact de surpression doit être ajustable dans la plage comprise entre 10 kPa et 50 kPa, et réglé par défaut pour fonctionner à une pression de 50 kPa, sauf spécification contraire. La tolérance est de ± 5 kPa.

Les deux contacts de détection de température (du relais de type 2) doivent être ajustables au moins dans les limites de la plage comprise entre 40 °C et 120 °C. la précision de la commutation en augmentation de température doit être de ± 3 °C.

7.3.3.3 Indicateur de température

La plage minimale de l'indicateur de température doit être comprise entre 40 °C et 120 °C. la précision dans cette plage doit être de ± 4 °C. Une aiguille maximale réarmable doit être prévue.

7.3.4 Essais

7.3.4.1 Liste des essais

7.3.4.1.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'étanchéité (7.3.4.2.1);
- Essai d'isolement (7.3.4.2.2);
- Essai fonctionnel (7.3.4.2.3).

7.3.4.1.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai de tenue au vide (7.3.4.3.1);
- Essai de tenue à la pression (7.3.4.3.2);
- Essai de fonctionnement sous inclinaison (7.3.4.3.3);
- Essai de champ magnétique (7.3.4.3.4);
- Essai de tenue aux vibrations (7.3.4.3.5).

7.3.4.1.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.3.4.4).

7.3.4.2 Essais individuels de série

7.3.4.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai réalisé en injectant de l'air à une surpression de $2,5 \times 10^5$ Pa dans le dispositif plongé dans un récipient d'eau pendant au moins 5 min à température ambiante, afin d'observer si des bulles d'air s'échappent, ou qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.3.4.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre tous les circuits ensemble et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.3.4.2.3 Essai fonctionnel

Les essais suivants doivent être réalisés. Les résultats doivent être dans les limites des tolérances indiquées ci-dessus:

- vérifier la fonctionnalité des contacts de température aux valeurs prédéfinies;
- vérifier la fonctionnalité des contacts de surpression aux valeurs prédéfinies;
- vérifier la fonctionnalité du contact de perte de liquide;
- vérifier la fonctionnalité du thermomètre.

7.3.4.3 Essais de type

7.3.4.3.1 Essai de tenue au vide

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du dispositif sans liquide pendant 24 h à une pression absolue de 2,5 kPa.

À la fin de l'essai, le dispositif doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et l'essai fonctionnel doit être répété.

7.3.4.3.2 Essai de tenue à la pression

L'essai doit être réalisé sur l'ensemble du relais rempli de liquide à 250 kPa et une température de 100 °C pendant 2 min.

À la fin de l'essai, le relais doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et l'essai individuel de série doit être répété.

7.3.4.3.3 Essai de fonctionnement sous inclinaison

Le fonctionnement du relais avec une inclinaison de 5° (sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur) dans toutes les directions à partir de la verticale doit être vérifié dans le cadre de l'essai fonctionnel indiqué en 7.3.4.2.3.

7.3.4.3.4 Essai de champ magnétique

Le relais doit être en mesure de résister à un champ magnétique continu jusqu'à 25 mT, dans toutes les directions et toutes les polarités, sans fonctionnement involontaire.

7.3.4.3.5 Essai de tenue aux vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.3.4.4 Essais spéciaux – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au 4.7.

7.4 Indicateurs de niveau de liquide à cadran à lecture directe

7.4.1 Exigences mécaniques

7.4.1.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.4.1.2 Détails de la construction

Il ne doit y avoir aucun contact mécanique direct entre le mécanisme à flotteur et l'indicateur à cadran.

L'indicateur doit être muni d'un flotteur solide fonctionnant sur le principe du déplacement (les flotteurs creux ne sont pas admis).

Sauf accord contraire, les niveaux minimal et maximal et le niveau à la température ambiante moyenne doivent être marqués clairement et à demeure.

Ces dispositifs ne sont pas prévus pour donner une indication de la température du liquide.

L'aiguille doit se déplacer entre le niveau minimal et le niveau maximal dans le sens horaire, face au cadran.

La disposition de montage de l'indicateur doit être telle qu'il puisse être monté et déposé depuis l'extérieur du conservateur principal ou du compartiment séparé.

Il doit être possible de retirer le cadran, et d'entretenir ou de remplacer les contacts sans vidanger le conservateur ou le compartiment sur lequel il est fixé.

Sur demande, il peut être équipé d'un ou de plusieurs contact(s) dont le réglage fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

7.4.1.3 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Elle doit également contenir un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des répartiteurs doivent satisfaire au schéma des connexions.

Le répartiteur doit être conçu pour accepter les câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 4 mm².

Un trou fileté doit être prévu pour les presse-étoupes M25 × 1,5. Les autres dimensions de filetage ou le nombre d'entrées de câble font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.4.2 Exigences de performance

7.4.2.1 Niveau de liquide

La position de l'aiguille sur le cadran doit correspondre au niveau du liquide dans le conservateur ou le compartiment.

7.4.2.2 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, des inverseurs doivent être prévus.

7.4.2.3 Performance des contacts

Le courant assigné minimal des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 11.

Tableau 11 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OLI

Tension	Inverseurs			
	Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	250 VA	cos φ > 0,5	60 VA	cos φ > 0,5

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 1 000 opérations.

Si le contact doit établir un courant faible jusqu'à 50 mA même après une année sans fonctionner, des contacts spéciaux sont exigés qui pourraient être endommagés par des courants élevés, les valeurs du Tableau 1 ne s'appliquant donc pas.

7.4.3 Essais

7.4.3.1 Liste des essais

7.4.3.1.1 Essais individuels de série

La liste d'essais suivante n'est pas donnée dans un ordre spécifique:

- Essai d'étanchéité (7.4.3.2.1);
- Essai d'isolement (7.4.3.2.2);
- Essai fonctionnel (7.4.3.2.3).

7.4.3.1.2 Essais de type

La liste d'essais suivante n'est pas donnée dans un ordre spécifique:

- Essai de tenue au vide (7.4.3.3.1);
- Essai de tenue aux vibrations (7.4.3.3.2).

7.4.3.1.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.4.3.4).

7.4.3.2 Essais individuels de série

7.4.3.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.4.3.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre les circuits indépendants et entre le circuit et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.4.3.2.3 Essai fonctionnel

Un essai fonctionnel doit être réalisé pour démontrer le fonctionnement mécanique et électrique de l'indicateur et des contacts associés.

La tolérance maximale sur le réglage du contact et l'indication du cadran est de 5° (angle).

7.4.3.3 Essai de type

7.4.3.3.1 Essai de tenue au vide

Les dispositifs doivent faire l'objet d'un essai sous vide à une pression absolue de 2,5 kPa pendant 24 h. Cet essai doit être suivi de l'essai présenté en 7.4.3.2.3.

7.4.3.3.2 Essai de tenue aux vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.4.3.4 Essais spéciaux – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au 4.7.

7.5 Indicateurs de débit de liquide

7.5.1 Exigences mécaniques

7.5.1.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.5.1.2 Détails de la construction

Ces dispositifs n'ont pas vocation à mesurer le débit, mais uniquement à détecter le débit au-dessus ou au-dessous du point de réglage.

Le fournisseur doit indiquer le sens de circulation du liquide en fonction de la position de montage soit par une flèche placée sur le corps ou le cadran, soit par d'autres moyens adaptés.

Le dispositif doit être équipé d'une indication visuelle. Si l'indication est assurée par le cadran et l'aiguille, le mouvement de cette dernière de la position indiquant que le débit est nul à la position indiquant un débit, doit avoir lieu dans le sens des aiguilles d'une montre, face au cadran.

La disposition de montage de l'indicateur doit être telle qu'il puisse être démonté et déposé depuis l'extérieur du tuyau.

Il doit être possible de conserver ou de remplacer les contacts sans vidanger le tuyau.

L'indicateur doit être équipé d'au moins un contact normalement ouvert, normalement fermé ou inverseur dans le cadre d'un accord, et qui change d'état lorsque le capteur est actionné. Des ensembles supplémentaires de contacts doivent être fournis, si cela est exigé.

7.5.1.3 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Elle doit également contenir un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des bornes doivent satisfaire au schéma des connexions.

Les bornes doivent être conçues pour accepter les câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 4 mm².

Au moins un trou fileté doit être prévu pour les presse-étoupes M25 × 1,5. Les autres dimensions de filetage font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.5.1.4 Types de constructions

7.5.1.4.1 Constructions de type couplage magnétique

Dans cette construction, l'interface entre le mouvement de la palette et l'indication visuelle est assurée par couplage magnétique.

7.5.1.4.2 Constructions de type couplage mécanique

Dans cette construction, l'interface entre le mouvement de la palette et l'indication visuelle est assurée par couplage mécanique.

7.5.2 Exigences de performance

7.5.2.1 Généralités

Les exigences de performance incluent ce qui suit.

- La position de l'indication visuelle doit correspondre à la présence ou l'absence de débit.
- Un débit de liquide inverse doit donner une indication d'absence de débit.
- La vitesse de circulation du liquide, qui actionne l'indication visuelle et électrique, fait l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

7.5.2.2 Contacts

7.5.2.2.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, des inverseurs doivent être prévus.

7.5.2.2.2 Performance des contacts

Le courant assigné des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 12.

Tableau 12 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OFI

Tension	Inverseurs			
	Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	250 VA	cos φ > 0,5	60 VA	cos φ > 0,5

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 100 000 opérations.

Si le contact doit établir un courant faible jusqu'à 50 mA même après une année sans fonctionner, des contacts spéciaux sont exigés qui pourraient être endommagés par des courants élevés, les valeurs du Tableau 1 ne s'appliquant donc pas.

7.5.3 Essais

7.5.3.1 Liste des essais

7.5.3.1.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'étanchéité (7.5.3.2.1);
- Essai d'isolement (7.5.3.2.2);
- Essai fonctionnel (7.5.3.2.3).

7.5.3.1.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai de tenue au vide (7.5.3.3.1);
- Essai de tenue aux vibrations (7.5.3.3.2);
- Essai d'endurance mécanique (7.5.3.3.3);
- Essai de tenue à la pression (7.5.3.3.4).

7.5.3.1.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.5.3.4).

7.5.3.2 Essais individuels de série

7.5.3.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.5.3.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre les circuits indépendants et entre tous les circuits ensemble et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.5.3.2.3 Essai fonctionnel

Un essai fonctionnel doit être réalisé pour démontrer le fonctionnement mécanique et électrique de l'indicateur et des contacts associés. S'il n'est pas ajustable, le fonctionnement électrique doit être dans les limites de ± 10 % de la valeur de réglage convenue.

7.5.3.3 Essai de type

7.5.3.3.1 Essai de tenue au vide

Les dispositifs doivent faire l'objet d'un essai sous vide à une pression absolue de 2,5 kPa pendant 24 h. Cet essai doit être suivi de l'essai présenté en 7.5.3.2.3.

7.5.3.3.2 Essai de tenue aux vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.5.3.3.3 Essai d'endurance mécanique

Un essai d'endurance mécanique doit être réalisé en plaçant le dispositif dans une canalisation remplie de liquide à température ambiante, puis en activant et désactivant la pompe. Le diamètre de la canalisation, la conception de la boucle et la vitesse du liquide pompé doivent refléter les valeurs de conception et confirmer la plage opérationnelle du dispositif. La fréquence des cycles de marche/arrêt doit assurer la stabilité d'écoulement du liquide.

Aucun dysfonctionnement ni aucune usure préjudiciable ne doivent apparaître avant 100 000 cycles.

Pour les dispositifs d'écoulement de liquide de même conception mais de dimensions différentes, il est accepté de réaliser l'essai d'endurance mécanique sur une seule version de la conception. La validité de cet essai est applicable à l'ensemble de la plage des dispositifs d'écoulement de liquide de conception identique.

7.5.3.3.4 Essai de tenue à la pression

L'essai doit être réalisé sur le dispositif rempli de liquide à 250 kPa et une température de 100 °C pendant 2 min.

À la fin de l'essai, le dispositif doit faire l'objet d'un examen visuel pour s'assurer qu'il n'a pas été endommagé, et l'essai fonctionnel du 7.5.3.2.3 doit être répété.

7.5.3.4 Essai spécial – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au 4.7.

7.6 Dispositifs limiteurs de pression

7.6.1 Conditions de service supplémentaires

Le dispositif doit pouvoir être installé sur le toit ou les parois de la cuve, dans toutes les positions ou inclinaisons, sans altérer ses performances de fonctionnement.

7.6.2 Exigences mécaniques

7.6.2.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification du fabricant du dispositif;

- pression de service;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.6.2.2 Exigences de construction

Les dispositifs limiteurs de pression sont composés d'un corps à brides et d'un clapet à ressort de rappel, dont le ressort peut être à l'extérieur ou à l'intérieur de la cuve. Ils sont en général utilisés sur les transformateurs de puissances et les bobines d'inductance.

7.6.2.3 Accessoires obligatoires

7.6.2.3.1 Indicateur visuel

La soupape de limitation de pression doit être équipée d'un indicateur visuel de fonctionnement, à réarmement manuel. La couleur de l'indicateur visuel doit être clairement visible.

7.6.2.3.2 Vis d'évent

La soupape de limitation de pression doit être munie d'une vis d'évent pour purger l'air ou le gaz, qui peut gêner le bon fonctionnement. Il convient de placer la vis d'évent à l'opposé de l'échappement du parajet, le cas échéant.

7.6.2.4 Accessoires facultatifs

7.6.2.4.1 Protection contre les éclaboussures

En cas d'ouverture de la vanne, le parajet simple doit empêcher que le liquide n'éclabousse vers le haut. La protection contre les éclaboussures de type directionnelle peut être reliée à une conduite afin de canaliser le liquide qui se déverse.

7.6.2.4.2 Contacts électriques

La soupape de limitation de pression peut être munie d'un ou de plusieurs contacts électriques pour signaler son fonctionnement. Les contacts doivent être, de préférence, à réarmement manuel.

En présence de contacts, une boîte à bornes éventuellement intégrée à chacun d'eux doit être prévue. Elle doit également comporter un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des bornes doivent satisfaire au schéma des connexions.

Les bornes doivent être conçues pour accepter les câbles de section transversale comprise entre 1,5 mm² et 2,5 mm².

Au moins un trou fileté doit être prévu pour les presse-étoupes M20 × 1,5 ou M25 × 1,5. Les autres dimensions de filetage font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.6.2.5 Dimensions

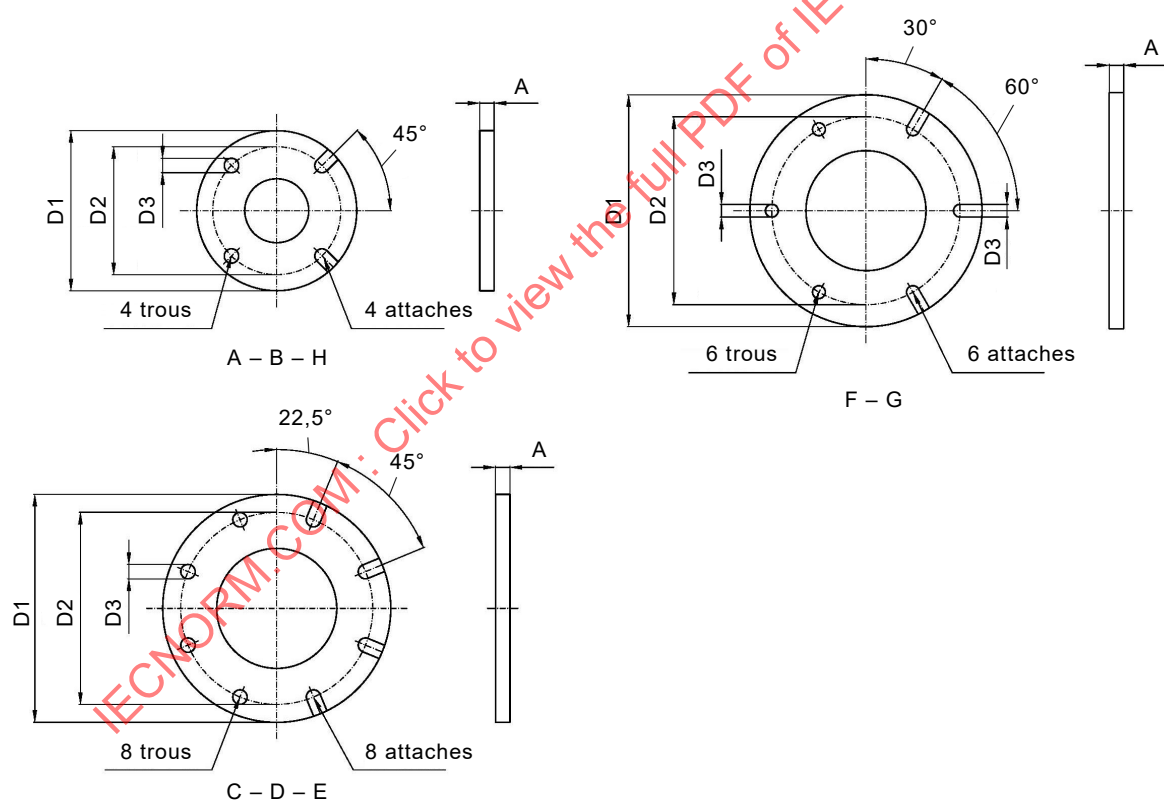
Les tailles de bride de fixation sont déterminées en fonction du diamètre nominal (DN), qui est le diamètre de l'ouverture dans la cuve.

Le Tableau 13 et le Tableau 14 donnent les dimensions de bride et les dimensions hors tout.

Tableau 13 – Dimensions de l'interface de fixation selon la Figure 6

Taille	Dimensions de bride du dispositif [mm]				Trou ou attaches
	D1 (max)	D2	D3	A Max	Nombre
A – DN 50	170	125	18	18	4
B – DN 80	200	160	18	18	4
C – DN 125	280	210	18	18	8
D – DN 150	285	240	18	18	8
E – DN 200	350	295	22	18	8
F – DN 175	290	235	16	18	6
G – DN 125	290	235	16	18	6
H – DN 100	220	180	18	18	4

NOTE La bride peut également être carrée. L'utilisation de trous ou d'attaches est laissée au choix du fabricant.



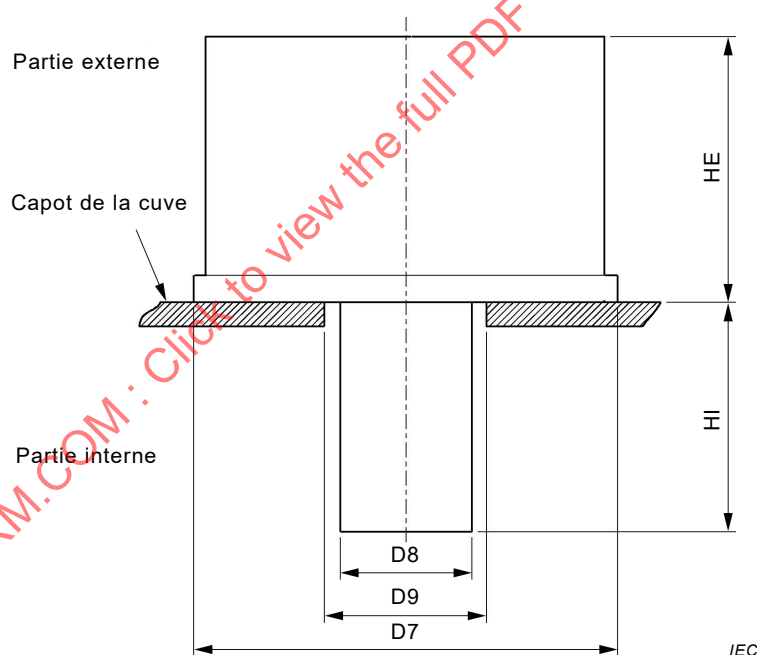
IEC

Figure 6 – Interface de bride

Tableau 14 – Dimensions hors tout selon la Figure 7

Taille	Dimensions max pour l'interchangeabilité [mm]					HE (max.)	HI (max.)
	D7 (max) Cercle circonscrit	D8 (max.) (Diamètre de la partie saillante à l'intérieur)	D9 (max.) (Diamètre du trou dans le capot)				
			Type avec ressort intérieur	Type avec ressort extérieur			
A – DN 50	200	70	80	60	175	100	
B – DN 80	250	110	120	80	200	150	
C – DN 125	300	160	170		300	200	
D – DN 150	370			150	300	180	
E – DN 200	400	240	250		400	280	
F – DN 175	350			175	300	180	
G – DN 125	300	160	170		300	200	
H – DN 100	280			100	200		

D7 n'inclut pas la disposition en matière de protubérance de la protection contre les éclaboussures de type directionnel (voir 7.6.2.4.1).

**Figure 7 – Dimensions hors tout maximales**

7.6.3 Exigences de performance

7.6.3.1 Pression de service nominale

La valeur de surpression préalablement fixée doit être convenue entre le fournisseur et l'acheteur dans la plage normalisée comprise entre 20 kPa et 90 kPa, par paliers de 10 kPa, avec une tolérance de -7 kPa à +7 kPa. Les valeurs préférentielles sont 30 kPa, 50 kPa et 70 kPa.

La pression de service nominale au-dessus de la plage normalisée (> 90 kPa) doit être convenue entre le fournisseur et l'acheteur.

Le dispositif doit être en mesure de se refermer à une pression d'au moins 50 % de la pression de service.

La pression maximale sans fuite de liquide dans la plage comprise entre 20 kPa et 90 kPa doit être égale à la pression de service nominale moins 10 kPa.

7.6.3.2 Contacts

7.6.3.2.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, des inverseurs doivent être prévus.

7.6.3.2.2 Performance des contacts

Le courant assigné des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 15.

Tableau 15 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – PRD

Tension	Inverseurs			
	Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 1 000 opérations.

Si le contact doit établir un courant faible jusqu'à 50 mA même après une année sans fonctionner, des contacts spéciaux sont exigés qui pourraient être endommagés par des courants élevés, les valeurs du Tableau 1 ne s'appliquant donc pas.

7.6.4 Essais

7.6.4.1 Liste des essais

7.6.4.1.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'étanchéité (7.6.4.2.1);
- Essai d'isolement (7.6.4.2.2);
- Essai fonctionnel (7.6.4.2.3).

7.6.4.1.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai de tenue au vide (7.6.4.3.1);
- Essai de tenue aux vibrations (7.6.4.3.2);
- Essai d'endurance mécanique (7.6.4.3.3);

7.6.4.1.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.6.4.4).

7.6.4.2 Essais individuels de série

7.6.4.2.1 Essai d'étanchéité

Le fabricant doit effectuer un essai pour démontrer l'étanchéité du dispositif en service. La description de la procédure d'essai doit être mise à la disposition du client, sur demande.

L'essai réalisé par le fabricant doit être au moins aussi fiable qu'un essai de fuite d'hélium avec un taux de fuite inférieur à 4×10^{-6} Pa m³/s.

7.6.4.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre les circuits indépendants et entre tous les circuits ensemble et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.6.4.2.3 Essai fonctionnel

Un essai fonctionnel doit être réalisé pour démontrer le fonctionnement mécanique et le fonctionnement du contact du dispositif. La valeur de la pression de service doit être consignée et doit se trouver dans les limites de la tolérance (voir 7.6.3.1). La vitesse d'augmentation de la pression pendant l'essai de pression de service ne doit pas être inférieure à 10 kPa/s.

7.6.4.3 Essais de type

7.6.4.3.1 Essai de tenue au vide

Les dispositifs doivent faire l'objet d'un essai sous vide à une pression absolue de 2,5 kPa pendant 24 h. Cet essai doit être suivi de l'essai présenté en 7.6.4.2.3.

7.6.4.3.2 Essai de tenue aux vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.6.4.3.3 Essai d'endurance mécanique

L'essai d'endurance mécanique doit être réalisé en faisant fonctionner le dispositif pendant 1 000 cycles. À la fin de l'essai, tous les essais individuels de série doivent être réalisés avec succès.

7.6.4.4 Essai spécial – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au paragraphe 4.7.

7.7 Soupapes de sûreté

7.7.1 Conditions de service supplémentaires

Le dispositif doit pouvoir être installé sur le toit ou les parois de la cuve, dans toutes les positions ou inclinaisons, sans altérer ses performances de fonctionnement.

7.7.2 Exigences mécaniques

7.7.2.1 Plaque signalétique

Compte tenu des dimensions limitées du dispositif, la plaque signalétique peut uniquement indiquer un nombre limité de données. L'exigence minimale concernant la plaque signalétique est de présenter les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pression de service.

7.7.2.2 Exigences de construction

Les soupapes de décharge de pression sont composées d'un corps fileté et d'un clapet à ressort de rappel, dont le ressort est à l'intérieur de la cuve. Elles sont en général utilisées sur les petits transformateurs. Elles sont toujours dépourvues de contact et de protection contre les éclaboussures.

7.7.2.3 Dimensions

Le Tableau 16 donne les dimensions hors tout selon la Figure 8.

Tableau 16 – Interface de fixation et dimensions hors tout selon Figure 8

Taille	Dimensions hors tout max			Connexion
	D1 [mm]	HE [mm]	HI [mm]	D2 Filetage de tuyauterie ISO 228-1
1	60	40	40	G1
2	60	40	110	G1
3	80	40	40	G2
4	22	31	15	¼" NPT

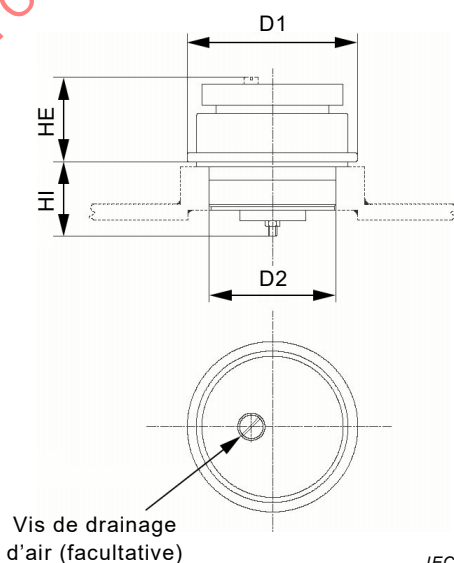


Figure 8 – Interface de montage et dimensions hors tout générales

7.7.3 Exigences de performance – Pression de service nominale

La valeur de surpression préalablement fixée doit être convenue entre le fournisseur et l'acheteur dans la plage normalisée comprise entre 25 kPa et 80 kPa, par paliers de 5 kPa, avec une tolérance de –7 kPa à +7 kPa.

La pression de service nominale au-dessus de la plage normalisée (> 80 kPa) doit être convenue entre le fournisseur et l'acheteur.

Le dispositif doit être en mesure de se refermer lorsque la pression atteint au moins 50 % de la pression de service.

La pression maximale sans fuite de liquide dans la plage comprise entre 25 kPa et 80 kPa doit être égale à la pression de service nominale moins 10 kPa.

7.7.4 Essais

7.7.4.1 Liste des essais

7.7.4.1.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai fonctionnel et essai d'étanchéité (7.7.4.2).

7.7.4.1.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai de type – Essai d'endurance mécanique (7.7.4.3)

7.7.4.2 Essais individuels de série – Essai fonctionnel et essai d'étanchéité

Un essai fonctionnel doit être réalisé pour démontrer le fonctionnement mécanique et le fonctionnement du contact du dispositif. La valeur de la pression de service doit être consignée et doit se trouver dans les limites de la tolérance (voir 7.7.3). La vitesse d'augmentation de la pression pendant l'essai de pression de service ne doit pas être inférieure à 10 kPa/s.

Pendant l'essai fonctionnel, l'étanchéité du dispositif doit également être vérifiée.

7.7.4.3 Essai de type – Essai d'endurance mécanique

L'essai d'endurance mécanique doit être réalisé en faisant fonctionner le dispositif pendant 1 000 cycles. À la fin de l'essai, tous les essais individuels de série doivent être réalisés avec succès.

7.8 Indicateurs de température du liquide à lecture directe à cadran mécanique

7.8.1 Exigences mécaniques

7.8.1.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification des fabricants du dispositif, y compris la formulation "OTI" ou "Indicateur de température du liquide";

- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.8.1.2 Détails de la construction

L'OTI doit être de type à cadran mécanique.

Pour pouvoir lire aisément l'indicateur, le diamètre du cadran doit être d'au moins 110 mm.

Les dimensions hors tout maximales sont les suivantes: 200 mm (largeur), 350 mm (hauteur) et 200 mm (profondeur).

L'aiguille doit se déplacer entre la température minimale et la température maximale dans le sens horaire, face au cadran.

Il convient que le choix des couleurs de fond, des lettres et de l'aiguille assure une bonne lisibilité. La combinaison de couleurs préférentielle est composée d'un fond clair (blanc) et de lettres et flèches noires.

Le cadran doit être divisé en paliers de 2 °C ou de 5 °C.

Le marquage de la plaque de cadran doit être indélébile.

Les étendues de mesure normalisées sont –20 °C/+130 °C ou –20 °C/+140 °C.

Des plages de températures particulières peuvent être fournies dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

L'indicateur de température doit être équipé d'une aiguille d'indication maximale de couleur rouge avec un dispositif de réarmement manuel.

Le boîtier doit être doté d'un évent ou d'un système de ventilation.

7.8.1.3 Bulbe thermostatique et tube capillaire

Le bulbe thermostatique doit pouvoir être placé à l'intérieur des doigts de gant.

Tube capillaire: s'il est fourni, les longueurs normalisées du tube capillaire sont de 6 m et 10 m.

D'autres longueurs sont disponibles par accord entre le client et le fournisseur.

Le tube capillaire, s'il est fourni, doit être convenablement armé afin d'éviter des dommages accidentels qui peuvent être préjudiciable à une indication correcte de l'instrument.

7.8.1.4 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Elle doit également contenir un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des bornes doivent satisfaire au schéma des connexions.

Le répartiteur doit être conçu pour accepter les câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 4 mm².

Au moins deux trous filetés doivent être prévus pour les presse-étoupes M25 × 1,5. L'un doit être obturé par un capuchon résistant aux intempéries, et l'autre protégé pour le transport et le stockage. Pour les équipements comportant plus de trois trous filetés, M20 × 1,5 est accepté. Les autres dimensions de filetage font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.8.1.5 Exigences particulières

Sur demande, les indicateurs de température peuvent être munis d'une ou de plusieurs sorties (type Pt100 ou émetteurs 4 mA – 20 mA) pour l'indication à distance ou la connexion par l'intermédiaire d'une sortie numérique.

7.8.2 Exigences de performance

7.8.2.1 Exactitude de mesure

La précision de mesure doit être $\pm 2\%$ de la valeur de pleine échelle. Dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, la précision du dispositif peut être inférieure à la valeur normalisée.

La précision doit être compensée sur la plage de températures ambiantes comprise entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.8.2.2 Contacts

7.8.2.2.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, des inverseurs doivent être prévus.

7.8.2.2.2 Performance des contacts

Le courant assigné minimal des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 17.

Tableau 17 – Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure – OTI

Tension	Inverseurs			
	Pouvoir de fermeture		Pouvoir de coupure	
24 V courant continu à 220 V courant continu	130 W	L/R < 40 ms	25 W	L/R < 40 ms
230 V courant alternatif	250 VA	$\cos \varphi > 0,5$	60 VA	$\cos \varphi > 0,5$

Une valeur facultative de 1 200 VA à 230 V courant alternatif peut être convenue entre l'acheteur et le fournisseur.

D'autres valeurs peuvent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

La durée de vie minimale du contact doit être de 100 000 opérations.

Si le contact doit établir un courant faible jusqu'à 50 mA même après une année sans fonctionner, des contacts spéciaux sont exigés qui pourraient être endommagés par des courants élevés, les valeurs du Tableau 1 ne s'appliquant donc pas.

7.8.2.2.3 Nombre et configuration des contacts

Nombre de contacts: la configuration normalisée prévoit 2 ou 4 contacts. D'autres configurations particulières peuvent être convenues entre le fabricant et l'acheteur.

Le contact doit être réglable sur l'ensemble de l'étendue de mesure. Avec la conception normalisée, une différence d'au moins 10 °C doit exister entre deux contacts. S'il est exigé de commuter au moins deux contacts à la même température, cela doit faire l'objet d'un accord entre le client et l'acheteur.

Le réglage doit être effectué lors d'une augmentation de température.

La précision doit être de 2 % de l'étendue de mesure.

L'hystérésis doit être comprise entre 5 °C et 15 °C au choix du fabricant.

NOTE L'hystérésis dépendant de la technologie et du type de contact utilisé dans le dispositif, elle n'est en général pas ajustable.

7.8.3 Essais

7.8.3.1 Exigences générales pour les essais individuels de série, les essais de type et les essais spéciaux

7.8.3.1.1 Généralités

La température de référence doit être mesurée aussi proche que possible du bulbe thermostatique du thermomètre.

7.8.3.1.2 Liste des essais

7.8.3.1.2.1 Essais individuels de série

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai d'isolement (7.8.3.2.2);
- Essais fonctionnels (7.8.3.2.3).

7.8.3.1.2.2 Essais de type

L'ordre des essais de la liste ci-dessous n'est pas spécifié.

- Essai de tenue à la surchauffe mécanique (7.8.3.3.1);
- Essai de vibrations (7.8.3.3.2).

7.8.3.1.2.3 Essais spéciaux

- Essai de tenue sismique (7.8.3.4).

7.8.3.2 Essais individuels de série

7.8.3.2.1 Généralités

Les essais suivants doivent être réalisés sur 100 % des instruments. Les preuves des essais de mesurage et de commutation doivent être collectées.

7.8.3.2.2 Essai d'isolement

Le fabricant doit procéder à un essai de tension de tenue de courte durée (60 s) à fréquence industrielle entre les circuits indépendants et entre tous les circuits ensemble et la terre.

La tension d'essai est donnée au Tableau 1.

7.8.3.2.3 Essais fonctionnels

Les essais fonctionnels suivants doivent être réalisés pour démontrer le fonctionnement mécanique et électrique de l'indicateur et des contacts associés:

- la précision de l'indication sur l'amplitude de températures (au moins quatre points équidistants entre 40 °C et 100 °C dans un bain thermostatique liquide). Il convient de veiller à ce que le fonctionnement des contacts ne perturbe pas la lecture;
- tolérance de fonctionnement du contact;
- différentiel de commutation des contacts. Les températures de commutation doivent être lues par un capteur étalonné et pas par le thermomètre en essai;
- essai de fonctionnalité de sortie analogique/numérique, selon le cas.

La tolérance maximale sur le réglage du contact et l'indication du cadran est de 5° (angle).

7.8.3.3 Essais de type

7.8.3.3.1 Essai de tenue à la surchauffe mécanique

Le bulbe thermostatique étant plongé dans un bain de liquide chauffé à 120 % de la température maximale au cadran, l'ensemble du système doit résister à la surpression interne.

Le capteur et le tube capillaire ne doivent présenter aucune fuite, et l'essai fonctionnel doit être répété avec succès.

7.8.3.3.2 Essai de vibrations

Le dispositif doit être soumis à des vibrations conformément au 4.6. Aucun fonctionnement des contacts ne doit être enregistré.

7.8.3.4 Essai spécial – Essai de tenue sismique

À la demande du client, le dispositif doit faire l'objet d'un essai de tenue sismique conformément au 4.7.

7.9 Indicateurs de température de l'enroulement à lecture directe à cadran mécanique

7.9.1 Exigences mécaniques

7.9.1.1 Plaque signalétique

La plaque signalétique doit contenir les informations suivantes:

- nom ou logo du fournisseur;
- pays et lieu de fabrication;
- numéro de la présente norme;
- identification des fabricants du dispositif, y compris la formulation "WTI" ou "indicateur de température de l'enroulement";
- courant maximal du système de chauffage;
- numéro de série du fabricant;
- schéma des connexions (il peut être intégré à la plaque signalétique ou apposé sur la boîte à bornes);
- classe de résistance sismique, le cas échéant.

L'identification du fabricant du dispositif doit permettre d'identifier les caractéristiques du dispositif dans le manuel de montage, d'exploitation et de maintenance donné par le fournisseur.

7.9.1.2 Détails de la construction

Le WTI doit être de type à cadran mécanique.

Le système de mesure est muni d'un élément chauffant alimenté par un courant image du courant de ligne de l'enroulement à l'aide d'un transformateur de courant. Cet élément ajoute une valeur incrémentielle proportionnelle au carré du courant de ligne mesuré à la température maximale du liquide. En principe, le réglage de l'incrément permet de refléter le gradient entre le point chaud de l'enroulement et la température maximale du liquide.

Pour pouvoir lire aisément l'indicateur, le diamètre du cadran doit être d'au moins 110 mm.

Les dimensions hors tout maximales sont les suivantes: 200 mm (largeur), 350 mm (hauteur) et 200 mm (profondeur).

L'aiguille doit se déplacer entre la température minimale et la température maximale dans le sens horaire, face au cadran.

Il convient que le choix des couleurs de fond, des lettres et de l'aiguille assure une bonne lisibilité. La combinaison de couleurs préférentielle est composée d'un fond clair (blanc) et de lettres et flèches noires.

Le cadran doit être divisé en paliers de 2 °C ou de 5 °C.

Le marquage de la plaque de cadran doit être indélébile.

Les étendues de mesure normalisées sont 0 °C/+150 °C ou 0 °C/+160 °C.

Des plages de températures particulières peuvent être fournies dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

L'indicateur de température doit être équipé d'une aiguille d'indication maximale de couleur rouge avec un dispositif de réarmement manuel.

Le boîtier doit être doté d'un évent ou d'un système de ventilation.

7.9.1.3 Bulbe thermostatique et tube capillaire

Le bulbe thermostatique doit pouvoir être placé à l'intérieur des doigts de gant.

Tube capillaire: s'il est fourni, les longueurs normalisées du tube capillaire sont de 6 m et 10 m.

D'autres longueurs peuvent être convenues entre le client et l'acheteur.

Le tube capillaire doit être convenablement armé afin d'éviter les dommages accidentels qui peuvent être préjudiciable à une indication correcte de l'instrument.

7.9.1.4 Système de chauffage du WTI

Le système de chauffage doit en général être composé d'une résistance chauffante et d'un système de réglage du gradient.

Le gradient de température standard doit être réglable jusqu'à au moins 35 K lorsque le circuit de chauffage est alimenté au courant assigné.

L'indicateur de température de l'enroulement doit pouvoir être relié à un transformateur de courant présentant une sortie nominale de 2 A.

Sur demande, dans le cadre d'un accord entre le client et le fabricant, l'indicateur peut être muni d'un système de chauffage adapté à une sortie de transformateur de courant de 1 A, 1,5 A, 5 A.

La puissance maximale absorbée par le système de chauffage doit être déclarée par le fabricant.

7.9.1.5 Boîte à bornes

Une boîte à bornes doit être prévue pour raccorder les contacts du dispositif. Elle doit également contenir un conducteur de protection ou une borne de terre. Le nombre et le marquage des bornes doivent satisfaire au schéma des connexions.

Le répartiteur doit être conçu pour accepter les câbles de section comprise entre 1,5 mm² et 4 mm².

Au moins deux trous filetés doivent être prévus pour les presse-étoupes M25 × 1,5. L'un doit être obturé par un capuchon résistant aux intempéries, et l'autre protégé pour le transport et le stockage. Pour les équipements comportant plus de trois trous filetés, M20 × 1,5 est accepté. Les autres dimensions de filetage font l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Les presse-étoupes sont fournis sur demande.

7.9.1.6 Exigences particulières

Sur demande, les indicateurs de température peuvent être munis d'une ou de plusieurs sorties (type Pt100 ou émetteurs 4 mA – 20 mA) pour l'indication à distance ou la connexion par l'intermédiaire d'une sortie numérique.

7.9.2 Exigences de performance

7.9.2.1 Exactitude de mesure

La précision de mesure doit être $\pm 2\%$ de la valeur de pleine échelle. Dans le cadre d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur, la précision du dispositif peut être inférieure à la valeur normalisée.

La précision doit être compensée sur la plage de températures ambiantes comprise entre -25 °C et $+40\text{ °C}$.

7.9.2.2 Contacts

7.9.2.2.1 Types de contacts

Les contacts doivent être libres de potentiel. Sauf spécification contraire, des inverseurs doivent être prévus.

7.9.2.2.2 Performance des contacts

Le courant assigné minimal des contacts doit être de 2 A (valeur efficace) et le courant de courte durée de 10 A (valeur efficace) pendant 30 ms. Le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure doivent être conformes au Tableau 18.