

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers –

Part 22-8: Power transformer and reactor fittings – Devices suitable for use in communication networks

Transformateurs de puissance –

Partie 22-8: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs compatibles avec les réseaux de communication



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers –

Part 22-8: Power transformer and reactor fittings – Devices suitable for use in communication networks

Transformateurs de puissance –

Partie 22-8: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs compatibles avec les réseaux de communication

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-9861-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 General requirements	8
4.1 Standard compliance	8
4.2 Modbus requirements	8
4.3 Type tests for EMC	9
4.3.1 Emission.....	9
4.3.2 Immunity.....	9
4.4 Additional requirements	9
4.4.1 Terminals	9
4.4.2 Signal and control ports	9
4.5 Cybersecurity.....	10
5 Power supply.....	10
6 Devices	10
6.1 Gas and liquid actuated relays (Buchholz relays).....	10
6.1.1 General	10
6.1.2 4 mA to 20 mA output	10
6.1.3 Modbus output.....	10
6.1.4 Tests	11
6.2 Protective relays for hermetically sealed liquid-immersed equipment	11
6.2.1 General	11
6.2.2 4 mA to 20 mA output	11
6.2.3 Modbus output.....	11
6.2.4 Tests	11
6.3 Direct reading dial type liquid level indicators	12
6.3.1 General	12
6.3.2 4 mA to 20 mA output	12
6.3.3 Modbus output.....	12
6.3.4 Tests	12
6.4 Pressure relief devices with continuous pressure monitoring.....	12
6.4.1 General	12
6.4.2 4 mA to 20 mA output	13
6.4.3 Modbus output.....	13
6.4.4 Routine test.....	13
6.5 Electronic pressure and pressure rise monitoring systems	13
6.5.1 General	13
6.5.2 4 mA to 20 mA output	13
6.5.3 Modbus output.....	13
6.5.4 Tests	14
6.6 Direct reading mechanical dial type liquid temperature indicators.....	15
6.6.1 General	15
6.6.2 4 mA to 20 mA output	15
6.6.3 Modbus output.....	15

6.6.4	Routine tests	15
6.7	Direct reading mechanical dial type winding temperature indicators	15
6.7.1	General	15
6.7.2	4 mA to 20 mA output	15
6.7.3	Modbus output.....	16
6.7.4	Routine tests	16
6.8	Electrical and electronic liquid temperature measuring devices	16
6.8.1	General	16
6.8.2	4 mA to 20 mA output	16
6.8.3	Modbus output.....	16
6.8.4	Tests	16
6.9	Electrical and electronic winding temperature simulating devices	17
6.9.1	General	17
6.9.2	4 mA to 20 mA output	17
6.9.3	Modbus output.....	17
6.9.4	Tests	17
6.10	Dehydrating breathers, self-regenerating types	18
6.10.1	General	18
6.10.2	4 mA to 20 mA output	18
6.10.3	Modbus output.....	19
6.10.4	Routine tests	19
6.11	Dissolved gas analysis devices (DGA devices)	19
6.11.1	General	19
6.11.2	4 mA to 20 mA output	19
6.11.3	Modbus output.....	20
6.11.4	Tests	20
Bibliography		21
Figure 1	– Pressure rise response curves for oil (left) or gas (right) space applications	14
Table 1	– Summary of Modbus parameters	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –

**Part 22-8: Power transformer and reactor fittings –
Devices suitable for use in communication networks**

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.

IEC 60076-22-8 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers. It is an International Standard.

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

CDV	Report on voting
14/1057/CDV	14/1062A/RVC

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60076 series, published under the general title *Power transformers*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-8:2021

INTRODUCTION

Under the title "Power transformer and reactor fittings – Devices suitable for use in communication networks", IEC 60076-22-8 covers an exhaustive selection of devices that are currently used in communication networks.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-8:2021

POWER TRANSFORMERS –

Part 22-8: Power transformer and reactor fittings – Devices suitable for use in communication networks

1 Scope

This part of IEC 60076-22 applies to a selection of accessories and fittings mounted on liquid immersed power transformers according to IEC 60076-1 and reactors according to IEC 60076-6 with or without conservator for indoor or outdoor installation.

It outlines the operation requirements specific to each device as well as the data made available to the communication network and the type and routine test to be performed.

The communication network is not part of the scope of this document.

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 60076-22-1:2019, *Power transformers – Part 22-1: Power transformer and reactor fittings – Protective devices*

IEC 60076-22-7, *Power transformers – Part 22-7: Power transformer and reactor fittings – Accessories and fittings*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

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

communication network

collection of terminal nodes

Note 1 to entry: Links are connected to enable communication between the devices.

Note 2 to entry: Means of transmission of signals in one direction between two points.

3.2

communication protocol

defined set of procedures adopted to ensure communication between sets of processes which exist within the same layer of a hierarchy of layers

[SOURCE: IEC 60050-716-1:1995, 716-01-17, modified – In the term "communication" has been added.]

3.3

Modbus protocol

serial communications protocol

Note 1 to entry: Modbus is a de facto standard communication protocol and it is now a commonly available means of connecting industrial electronic devices.

Note 2 to entry: Modbus is often used to connect a supervisory computer with a remote terminal unit (RTU) in supervisory control and data acquisition (SCADA) systems.

3.4

4 mA to 20 mA output

point-to-point or multi-drop circuit

Note 1 to entry: This type of circuit sends an analogue signal from 4 mA to 20 mA that represents the extremes of the process variable.

3.5

electrical and electronic liquid temperature measuring device

device measuring the liquid temperature using electrical or electronic sensors

3.6

electrical and electronic winding temperature simulating device

device simulating the winding temperature using electrical or electronic sensors

3.7

dissolved gas analysis device

DGA device

device used to measure the dissolved gas concentration within a liquid on a regular time basis

Note 1 to entry: This device usually also measures relative humidity and temperature of the liquid.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

4 General requirements

4.1 Standard compliance

All devices shall comply with IEC 60076-22-1 and IEC 60076-22-7 as applicable.

All devices shall be subject to type tests to verify the electromagnetic compatibility.

4.2 Modbus requirements

If not otherwise specified, Modbus output shall be of the RTU type. The manufacturer shall provide all information about the Modbus connection needed by the customer to configure the connection.

The digital information shall be available via an RS485 port.

Table 1 shows a summary of Modbus parameters.

Table 1 – Summary of Modbus parameters

Parameters	Possible values	Code	Default values
Address Add	1 to 247	001 to 247	NA
Baud rate	4 800 bits/s 9 600 bits/s 19 200 bits/s	4,8 9,6 19,2	19 200 bits/s or alternatively 9 600 bits/s
Number, parity and stop bits	8 databits, uneven parity, 1 stop bit 8 databits, even parity, 1 stop bit 8 databits, no parity, 1 stop bit 8 databits, no parity, 2 stop bits	8O1 8E1 8N1 8N2	8E1 or alternatively 8N1

On special request TCP/IP can be provided.

4.3 Type tests for EMC

4.3.1 Emission

The equipment shall comply with IEC 61000-6-4, measured as table top arrangement, at 3 m with all doors and caps closed. All relevant tests shall be performed.

4.3.2 Immunity

The equipment shall comply with IEC 61000-6-5, interface 4 for both substation and power station. All relevant tests shall be performed.

4.4 Additional requirements

4.4.1 Terminals

In addition to the terminals defined in IEC 60076-22-1, the device shall be equipped with a minimum of 2 additional terminals for each 4 mA to 20 mA output and 3 for each Modbus in and output and 2 additional terminals for power supply if the 4 mA to 20 mA outputs are active.

Unless otherwise specified, the 4 mA to 20 mA output shall be active.

The terminal block shall be suitable for cables of 1,5 mm², unless otherwise specified.

By agreement between manufacturer and purchaser the device can be fitted with plug and socket.

4.4.2 Signal and control ports

4.4.2.1 4 mA to 20 mA

Maximum cable length between the device and the data acquisition system shall be 30 m.

Maximum resistance to be applied shall be 450 Ω.

4.4.2.2 Modbus

Maximum cable length between the device and the data acquisition system shall be 30 m.

4.5 Cybersecurity

Electronic devices covered by this document are not linked to Internet or other external networks. Therefore there are no requirements for cybersecurity in this document.

If on special request the device is connected to Internet, cybersecurity issues shall be addressed.

5 Power supply

Preferred power supply for the communication part of the device is 24 V DC. The tolerance on the rated voltage shall be $\pm 20\%$ permanently. The residual alternative voltage component shall be less than 2 % of the voltage peak to peak.

If the device (for example self-regenerating dehydrating breather) needs for its operation (beside the communication) an AC or DC power supply, then the communication power can be derived from the operation power supply.

6 Devices

6.1 Gas and liquid actuated relays (Buchholz relays)

6.1.1 General

The volume of gas is monitored continuously by an additional component embedded in the Buchholz relay.

Upon customer requirements, the information can be analogue given via a 4 mA to 20 mA output and/or digital via the Modbus protocol.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.1.1.

6.1.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output monitors the gas volume accumulation.

Therefore the 4 mA shall correspond to the Buchholz relay completely full of liquid (no gas) and the 20 mA shall correspond to the Buchholz relay completely empty of liquid (full of gas).

The manufacturer shall state a transfer function of the 4 mA to 20 mA output signal to the volume of the accumulated gas.

If the gas accumulation from zero to the point before gas escapes into the pipework towards the conservator can be expected to be linear within $\pm 5\%$, then the manufacturer may declare, as a simplification, only the value of the accumulated gas volume before any gas escapes into the pipework towards the conservator and the corresponding value of mA.

6.1.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least the gas volume monitored, measured in cm^3 .

6.1.4 Tests

6.1.4.1 Routine test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.1.4.2 Type test

The manufacturer shall perform a test to determine the transfer function of the 4 mA to 20 mA output signal to the volume of the accumulated gas for each design of Buchholz relay.

6.2 Protective relays for hermetically sealed liquid-immersed equipment

6.2.1 General

The volume of gas, the temperature and the pressure are monitored.

Upon customer requirements, the information can be analogue given via a 4 mA to 20 mA output or digital via the Modbus protocol, or both.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.2.1.

6.2.2 4 mA to 20 mA output

Separate 4 mA to 20 mA outputs monitor the gas volume accumulation, the temperature and the pressure.

For the gas volume monitoring, the 4 mA output value shall correspond to the protective relay completely full of liquid (no gas) and the 20 mA output value shall correspond to the protective relay completely empty of liquid (full of gas).

The manufacturer shall state a transfer function of the 4 mA to 20 mA output signal to the volume of the accumulated gas, if not linear.

For the temperature monitoring, the temperature of 40 °C shall generate the 4 mA signal; the temperature of 120 °C shall generate the 20 mA signal.

For the pressure monitoring, the value of 4 mA shall indicate the overpressure of 10 kPa; the value of overpressure corresponding to 20 mA shall be 50 kPa.

6.2.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least the gas volume, measured in cm³, the temperature and the pressure.

6.2.4 Tests

6.2.4.1 Routine test

6.2.4.1.1 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.2.4.1.2 Accuracy tests

During the functional test of the protective relay according to IEC 60076-22-1, the accuracy of the temperature output shall be verified. The tolerance between the liquid thermostatic bath temperature and the output shall be less than ± 4 °C.

NOTE Accuracy always refers to the thermostatic bath and therefore a difference between the output and the pointer temperature indication can occur.

During the functional test of the protective relay according to IEC 60076-22-1, the accuracy of the pressure output shall be verified. The tolerance between the reference pressure and the output shall be less than ± 5 kPa.

6.2.4.2 Type test

The manufacturer shall perform a test to determine the transfer function of the 4 mA to 20 mA output signal to the volume of the accumulated gas for each design of protective relay.

6.3 Direct reading dial type liquid level indicators

6.3.1 General

The level of the liquid in the compartment is monitored by the mechanical component of the liquid level indicator and transmitted continuously by an electronic system.

Upon customer requirements, the transmitted information can be analogue, given via a 4 mA to 20 mA output or digital via the Modbus protocol, or both.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.3.1.

6.3.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output monitors the liquid level.

The minimum position of the pointer shall generate a current of 4 mA; the maximum position of the pointer shall generate a current of 20 mA. These minimum and maximum positions may not correspond to the dial markings.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the actual height of the sensor shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.3.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least the liquid level monitoring as a percentage of the movement of the pointer from minimum to maximum level.

6.3.4 Tests

6.3.4.1 Routine test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.3.4.2 Type test

The manufacturer shall perform a test to prove the correspondence of the electronic output to the position of the pointer.

6.4 Pressure relief devices with continuous pressure monitoring

6.4.1 General

The pressure of the liquid in the compartment is monitored continuously by an additional component embedded in the pressure relief device.

Upon customer requirements, the information can be analogue given via a 4 mA to 20 mA output or digital via the Modbus protocol, or both.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.4.1.

6.4.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output shall monitor the liquid pressure.

The value of 4 mA shall indicate the overpressure of 0 kPa; the value of overpressure corresponding to 20 mA shall be declared by the manufacturer and be over the maximum operating pressure of the pressure relief device.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the actual liquid pressure shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.4.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least the liquid pressure monitoring.

6.4.4 Routine test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.5 Electronic pressure and pressure rise monitoring systems

6.5.1 General

The electronic pressure monitoring system uses sensors that convert the pressure of the liquid or gas space to a corresponding 4 mA to 20 mA signal and measure the rate of pressure change. The range of operation covers a span of at least 200 kPa and the sensor output is a corresponding 4 mA to 20 mA signal wired to the electronic circuit board.

The device output has two primary functions:

- a) to provide a measurement of the static pressure of the transformer tank at any given time and assert an alarm per the users' requirements;
- b) to measure the rate of change of pressure and to assert an alarm commonly used as part of a trip circuit. The sensor output is measured for increasing magnitude and speed by integrating the signal over time. If the output exceeds the threshold rate of 1,5 kPa/s for longer than the threshold time, an output relay will change state, providing the user with an alarm or trip signal.

6.5.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output is dedicated to monitor the pressure of the liquid or gas space.

The value of 4 mA shall indicate the pressure of 0 kPa; the value of pressure corresponding to 20 mA shall be declared by the manufacturer.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the actual liquid or gas pressure shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.5.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least the pressure of the liquid or gas space.

6.5.4 Tests

6.5.4.1 Routine tests

6.5.4.1.1 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 of IEC 60076-22-1:2019.

6.5.4.1.2 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.5.4.1.3 Accuracy test

The accuracy test shall verify that:

- the fast pressure rise function is set between the pressure rise response curves for use with oil or gas shown on Figure 1;
- the slow pressure rise function is in a $\pm 2\%$ span at 25 °C (includes linearity hysteresis and repeatability).

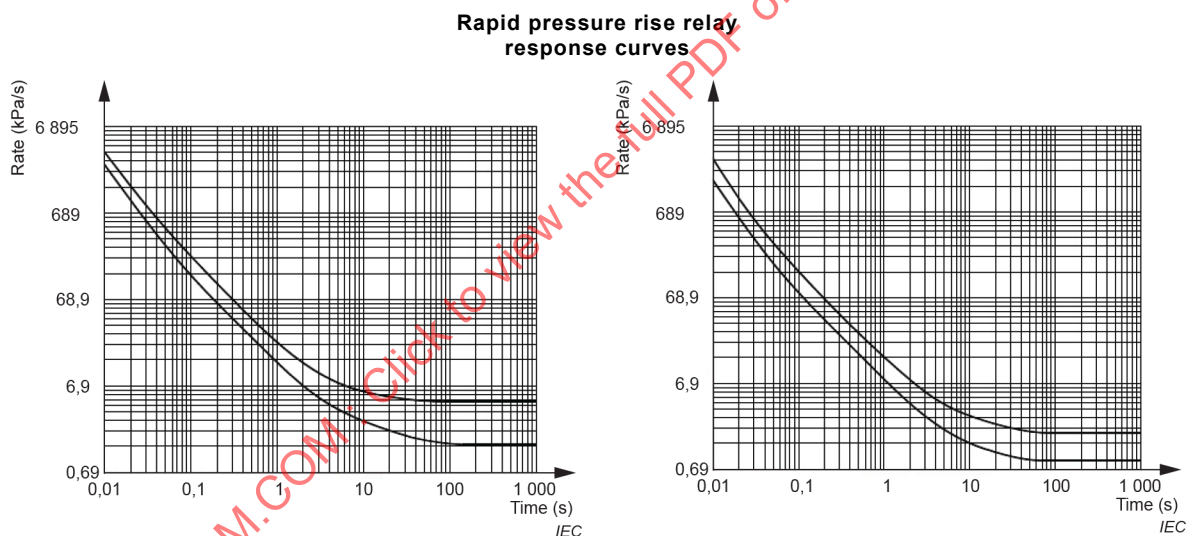


Figure 1 – Pressure rise response curves for oil (left) or gas (right) space applications

6.5.4.2 Vibration type test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6 of IEC 60076-22-1:2019; no malfunction shall be recorded.

6.5.4.3 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7 of IEC 60076-22-1:2019.

6.6 Direct reading mechanical dial type liquid temperature indicators

6.6.1 General

The temperature of the liquid in the compartment is monitored by the mechanical component of the liquid temperature indicator and transmitted continuously by an electronic system.

Upon customer requirements, the information can be analogue given via a 4 mA to 20 mA output or digital via the Modbus protocol, or both.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.1.1.

6.6.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output monitors the liquid temperature.

The minimum temperature marked on the dial shall generate a current of 4 mA; a value of the 20 mA shall be generated at the maximum temperature marked on the dial.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the actual liquid temperature shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.6.3 Modbus output

The digital output by Modbus transmits at least the liquid temperature monitoring.

6.6.4 Routine tests

6.6.4.1 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.6.4.2 Accuracy test

During the functional test of the liquid temperature indicator according to IEC 60076-22-1, the accuracy of the output shall be verified. The tolerance between the liquid thermostatic bath temperature and the output shall be less than ± 2 % of the full scale value.

NOTE Accuracy always refers to the thermostatic bath and therefore a difference between the output and the pointer temperature indication can occur.

6.7 Direct reading mechanical dial type winding temperature indicators

6.7.1 General

The temperature of the winding simulated by the winding temperature indicator is monitored by the mechanical component of the winding temperature indicator and transmitted continuously by an electronic system.

Upon customer requirements, the information can be analogue given via a 4 mA to 20 mA output or digital via the Modbus protocol, or both.

The performance of the contacts specified in IEC 60076-22-1 shall not be affected by the requirements detailed in this Subclause 6.7.1.

6.7.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output monitors the winding temperature.

The minimum temperature marked on the dial shall generate a current of 4 mA; a value of 20 mA shall be generated at the maximum temperature marked on the dial.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA in relation to the simulated winding temperature shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.7.3 Modbus output

The digital output by Modbus transmits at least the winding temperature monitoring.

6.7.4 Routine tests

6.7.4.1 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.7.4.2 Accuracy test

During the functional test of the winding temperature indicator according to IEC 60076-22-1, the accuracy of the output shall be verified. The tolerance between the liquid thermostatic bath temperature and the output shall be less than $\pm 2\%$ of the full scale value.

NOTE Accuracy always refers to the thermostatic bath and therefore a difference between the output and the pointer temperature indication can occur.

6.8 Electrical and electronic liquid temperature measuring devices

6.8.1 General

The temperature of the liquid is continuously measured by electrical or electronic sensors; typical examples of sensors are Pt 100 or Cu 10.

The values measured by the system are then transferred to a 4 mA to 20 mA output or Modbus protocol for remote reading.

The manufacturer shall indicate for each device the temperature range it is set for.

6.8.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output is dedicated to the reading of the temperature; the minimum temperature shall generate a current of 4 mA, the maximum temperature shall generate a current of 20 mA.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the liquid temperature shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.8.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit the liquid temperature monitoring.

6.8.4 Tests

6.8.4.1 Routine tests

6.8.4.1.1 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 of IEC 60076-22-1:2019.

6.8.4.1.2 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.8.4.1.3 Functional test

The following functional test shall be carried out to prove the correspondence of the reading to the temperature:

- accuracy of the temperature measurement across the measuring range; at least two points within the measuring range separated by at least 60 °C shall be compared to the temperature of a liquid thermostatic bath.

The maximum tolerance on the reading shall be ± 2 % of the measuring range.

6.8.4.2 Type test – Vibration test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6 of IEC 60076-22-1:2019; no malfunction shall be recorded.

6.8.4.3 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7 of IEC 60076-22-1:2019.

6.9 Electrical and electronic winding temperature simulating devices

6.9.1 General

The temperature of the winding is continuously simulated by a current reacting element and by electrical or electronic sensors; typical examples of sensors are Pt 100 or Cu 10.

The values measured by the sensor are transferred to a 4 mA to 20 mA output and/or Modbus protocol for remote reading.

The manufacturer shall indicate for each device the temperature range it is set for.

NOTE This device can be combined with a mechanical dial type reading element.

6.9.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output is dedicated to the reading of the winding temperature; the minimum temperature shall generate a current of 4 mA, the maximum temperature shall generate a current of 20 mA.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the simulated winding temperature shall be supplied by the device manufacturer, if not linear.

6.9.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit the winding temperature.

6.9.4 Tests

6.9.4.1 Routine tests

6.9.4.1.1 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 of IEC 60076-22-1:2019.

Any part connected to the current circuit shall be tested at 2,5 kV for 60 s.

6.9.4.1.2 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.9.4.1.3 Functional test

The following functional tests shall be carried out to prove the correspondence of the reading to the temperature:

- accuracy of the temperature measurement across the measuring range; at least two points within the measuring range separated by at least 60 °C shall be compared to the temperature of a liquid thermostatic bath;
- functionality and accuracy of the heating or equivalent system.

The maximum tolerance on the reading shall be ± 2 % of the measuring range.

6.9.4.2 Type tests

6.9.4.2.1 Overheating withstand test

The sensing system shall be immersed in a fluid bath at $115\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ while twice the rated current is applied to the current circuit for at least 30 min; the functional test shall be successfully repeated.

6.9.4.2.2 Vibration test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6 of IEC 60076-22-1:2019; no malfunction shall be recorded.

6.9.4.3 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7 of IEC 60076-22-1:2019.

6.10 Dehydrating breathers, self-regenerating types

6.10.1 General

The power supply range shall be declared by the manufacturer.

6.10.2 4 mA to 20 mA output

6.10.2.1 Time based type

For time based self-regenerating breathers, the 4 mA to 20 mA output signal is normally used to monitor the temperature of the dehydrating agent or any other relevant parameter that can indicate the correct operation of the regeneration heating system.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the temperature of the dehydrating agent shall be supplied by the manufacturer, if not linear.

6.10.2.2 Condition based type

If the humidity of the air at the outlet conservator side is measured, 0 % relative humidity shall generate a 4 mA signal and 100 % relative humidity shall generate a 20 mA signal.

If the humidity of the air at the outlet conservator side is not measured, 0 % saturation of the dehydrating agent shall generate a 4 mA signal and 100 % saturation of the complete weight of the dehydrating agent shall generate a 20 mA signal.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to either relative humidity or saturation percentage of the dehydrating agent shall be supplied by the manufacturer, if not linear.

6.10.3 Modbus output

6.10.3.1 Time based type

The digital output by Modbus transmits at least:

- the temperature of the dehydrating agent or an equivalent functional data;
- the operating status of the device (regeneration, dehydrating or errors);
- the electric valve status, if any;
- the number of regeneration cycles.

6.10.3.2 Condition based type

The digital output by Modbus transmits at least:

- the level of saturation or the relative humidity of the air at the outlet conservator side;
- the operating status of the device (regeneration, dehydrating or errors);
- the electric valve status, if any;
- the number of regeneration cycles.

6.10.4 Routine tests

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.11 Dissolved gas analysis devices (DGA devices)

6.11.1 General

The device shall provide information for at least one gas (generally hydrogen).

The operating temperature of the fluid to be monitored by the device is in the range from –25 °C to +100 °C; the measuring range of the device shall be from +10 °C to +80 °C.

6.11.2 4 mA to 20 mA output

The 4 mA to 20 mA output is standardized for each single gas. The gas concentration is expressed in ppm (parts per million). The lower detection limit shall generate a 4 mA signal, the upper detection limit shall generate a 20 mA signal.

If the moisture content is measured, a separate 4 mA to 20 mA output shall be provided. A relative moisture of 0 % shall generate a 4 mA signal and a relative moisture of 100 % shall generate a 20 mA signal.

If the temperature of the liquid is also measured, then a third separate 4 mA to 20 mA output shall be provided. The minimum temperature specified by the manufacturer shall generate a 4 mA signal and the maximum temperature specified by the manufacturer shall generate a 20 mA signal.

The law of variation of the 4 mA to 20 mA output in relation to the measured data shall be supplied by the manufacturer, if not linear.

6.11.3 Modbus output

The digital output by Modbus shall transmit at least gas concentration expressed in ppm for each measured gas.

If measured, moisture content in per cent of saturation and temperature of the liquid is provided.

If calculated, the rate of rise of gas generation expressed in ppm per time base and the user defined ratio of two different gases are provided.

The Modbus output shall also transmit actual threshold values and all relevant status information of the device.

6.11.4 Tests

6.11.4.1 Routine tests

6.11.4.1.1 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 of IEC 60076-22-1:2019.

6.11.4.1.2 Electronic board test

The electronic board shall be checked to verify that all the functions are performed correctly.

6.11.4.1.3 Accuracy test

The gas measurement of the system shall be evaluated carefully, either through measurements against a known gas in oil standard or comparison with laboratories. Such measurement tests shall be carefully designed and conducted, accounting for relevant sources of uncertainty, in accordance with recognized procedures.

6.11.4.2 Type tests

6.11.4.2.1 Over-temperature withstand test

The system shall be connected to a fluid at $115\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ for at least 30 min; the system shall not be damaged.

The accuracy test shall be successfully repeated at normal operating temperature.

6.11.4.2.2 Vibration test

The device shall be subjected to vibrations in accordance with 4.6 of IEC 60076-22-1:2019; no malfunction shall be recorded.

6.11.4.3 Special test – Seismic withstand test

Upon customer request, the device shall withstand a seismic test in accordance with 4.7 of IEC 60076-22-1:2019.

Bibliography

IEC 60050-716-1, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 716-1: Integrated services digital network (ISDN) – General aspects* (available at <http://www.electropedia.org>)

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

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

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

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Mineral insulating oils for electrical equipment*

IEC TR 61850-1, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 1: Introduction and overview*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-8:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes et définitions	27
4 Exigences générales	28
4.1 Conformité aux normes	28
4.2 Exigences relatives au protocole Modbus	29
4.3 Essais de type pour la compatibilité électromagnétique	29
4.3.1 Emissions	29
4.3.2 Immunité	29
4.4 Exigences supplémentaires	29
4.4.1 Bornes	29
4.4.2 Accès de signalisation et de contrôle	30
4.5 Cybersécurité	30
5 Alimentation	30
6 Dispositifs.....	30
6.1 Relais qui réagissent aux gaz et au liquide (relais Buchholz)	30
6.1.1 Généralités	30
6.1.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	30
6.1.3 Sortie Modbus	31
6.1.4 Essais	31
6.2 Relais de protection des équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide	31
6.2.1 Généralités	31
6.2.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	31
6.2.3 Sortie Modbus	32
6.2.4 Essais	32
6.3 Indicateurs de niveau de liquide à cadran à lecture directe	32
6.3.1 Généralités	32
6.3.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	32
6.3.3 Sortie Modbus	33
6.3.4 Essais	33
6.4 Dispositifs limiteurs de pression avec surveillance continue de la pression	33
6.4.1 Généralités	33
6.4.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	33
6.4.3 Sortie Modbus	33
6.4.4 Essai individuel de série	33
6.5 Systèmes électroniques de surveillance de la pression et de l'augmentation de pression	33
6.5.1 Généralités	33
6.5.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	34
6.5.3 Sortie Modbus	34
6.5.4 Essais	34
6.6 Indicateurs de température du liquide à cadran mécanique à lecture directe	35
6.6.1 Généralités	35
6.6.2 Sortie 4 mA à 20 mA.....	35

6.6.3	Sortie Modbus	35
6.6.4	Essais individuels de série.....	36
6.7	Indicateurs de température de l'enroulement à cadran mécanique à lecture directe	36
6.7.1	Généralités	36
6.7.2	Sortie 4 mA à 20 mA.....	36
6.7.3	Sortie Modbus	36
6.7.4	Essais individuels de série.....	36
6.8	Dispositifs de mesure électrique et électronique de la température du liquide	37
6.8.1	Généralités	37
6.8.2	Sortie 4 mA à 20 mA.....	37
6.8.3	Sortie Modbus	37
6.8.4	Essais	37
6.9	Dispositifs de simulation électrique et électronique de la température de l'enroulement	38
6.9.1	Généralités	38
6.9.2	Sortie 4 mA à 20 mA.....	38
6.9.3	Sortie Modbus	38
6.9.4	Essais	38
6.10	Assécheurs de type autorégénérant.....	39
6.10.1	Généralités	39
6.10.2	Sortie 4 mA à 20 mA.....	39
6.10.3	Sortie Modbus	39
6.10.4	Essais individuels de série.....	40
6.11	Dispositifs d'analyse des gaz dissous (dispositifs DGA)	40
6.11.1	Généralités	40
6.11.2	Sortie 4 mA à 20 mA.....	40
6.11.3	Sortie Modbus	40
6.11.4	Essais	41
	Bibliographie.....	42
	Figure 1 – Courbes de réponse à l'augmentation de pression pour l'huile (à gauche) ou le gaz (à droite).....	35
	Tableau 1 – Récapitulatif des paramètres Modbus	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

**Partie 22-8: Accessoires pour transformateurs de puissance
et bobines d'inductance – Dispositifs compatibles avec
les réseaux de communication**

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. À 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 du présent document 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.

L'IEC 60076-22-8 a été établie par le comité d'études 14 de l'IEC: Transformateurs de puissance. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

CDV	Rapport de vote
14/1057/CDV	14/1062A/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60076, publiées sous le titre général *Transformateurs de puissance*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-8:2021

INTRODUCTION

L'IEC 60076-22-8, publiée sous le titre "Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs compatibles avec les réseaux de communication", couvre un ensemble complet de dispositifs utilisés au sein des réseaux de communication.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60076-22-8:2021

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 22-8: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs compatibles avec les réseaux de communication

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60076-22 s'applique à un ensemble d'accessoires installés sur des transformateurs de puissance immergés dans un liquide conformes à l'IEC 60076-1 et sur des bobines d'inductance conformes à l'IEC 60076-6 avec ou sans conservateur destinés aux installations intérieures ou extérieures.

Elle spécifie les exigences de fonctionnement spécifiques à chaque dispositif, les données mises à la disposition du réseau de communication, ainsi que les essais de type et les essais individuels de série à réaliser.

Le réseau de communication ne relève pas du domaine d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60076-22-1:2019, *Transformateurs de puissance – Partie 22-1: Accessoires pour transformateurs de puissance et bobines d'inductance – Dispositifs de protection*

IEC 60076-22-7, *Transformateurs de puissance – Partie 22-7: Transformateur de puissance et bobines d'inductance – Accessoires et équipements*

IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes*

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

réseau de communication

ensemble de nœuds de connexion

Note 1 à l'article: Les liaisons sont connectées pour assurer la communication entre les dispositifs.

Note 2 à l'article: Ensemble des moyens qui assurent la transmission de signaux dans un seul sens entre deux points.

3.2

protocole de communication

ensemble des conventions adoptées pour assurer la communication entre des processus se trouvant dans la même couche d'une hiérarchie de couches

[SOURCE: IEC 60050-716-1:1995, 716-01-17, modifié – Les mots "de communication" ont été ajoutés au terme.]

3.3

protocole Modbus

protocole de communication série

Note 1 à l'article: Le protocole Modbus est un protocole de communication normalisé de facto et est couramment utilisé pour connecter les dispositifs électroniques industriels.

Note 2 à l'article: Le protocole Modbus est souvent utilisé pour connecter un ordinateur superviseur à une unité terminale distante (RTU, *Remote Terminal Unit*) dans les systèmes de supervision, de contrôle et d'acquisition de données (SCADA, *Supervisory Control And Data Acquisition*).

3.4

sortie 4 mA à 20 mA

circuit point à point ou multipoint

Note 1 à l'article: Ce type de circuit transmet un signal analogique de 4 mA à 20 mA qui représente les valeurs extrêmes de la variable de processus.

3.5

dispositif de mesure électrique et électronique de la température d'un liquide

dispositif qui mesure la température d'un liquide à l'aide de capteurs électriques ou électroniques

3.6

dispositif de simulation électrique et électronique de la température d'un enroulement

dispositif qui simule la température d'un enroulement à l'aide de capteurs électriques ou électroniques

3.7

dispositif d'analyse des gaz dissous

dispositif DGA

dispositif qui mesure la concentration de gaz dissous dans un liquide à intervalles réguliers

Note 1 à l'article: Ce dispositif mesure également l'humidité relative et la température du liquide.

Note 2 à l'article: L'abréviation "DGA" est dérivée du terme anglais développé correspondant "dissolved gas analysis".

4 Exigences générales

4.1 Conformité aux normes

Tous les dispositifs doivent être conformes à l'IEC 60076-22-1 et à l'IEC 60076-22-7, selon le cas.

Tous les dispositifs doivent faire l'objet d'essais de type pour vérifier leur compatibilité électromagnétique.

4.2 Exigences relatives au protocole Modbus

Sauf spécification contraire, la sortie Modbus doit être de type RTU. Le fabricant doit fournir l'ensemble des informations relatives à la connexion Modbus dont le client a besoin pour configurer la connexion.

Les informations numériques doivent être accessibles par un port RS485.

Le Tableau 1 récapitule les paramètres Modbus.

Tableau 1 – Récapitulatif des paramètres Modbus

Paramètres	Valeurs possibles	Code	Valeurs par défaut
Adresse	1 à 247	001 à 247	NA
Débit de transmission	4 800 bits/s 9 600 bits/s 19 200 bits/s	4,8 9,6 19,2	19 200 bits/s ou 9 600 bits/s
Nombre de bits de données, parité et bits d'arrêt	8 bits de données, parité impaire, 1 bit d'arrêt 8 bits de données, parité paire, 1 bit d'arrêt 8 bits de données, aucune parité, 1 bit d'arrêt 8 bits de données, aucune parité, 2 bits d'arrêt	8O1 8E1 8N1 8N2	8E1 ou 8N1

Sur demande particulière, le protocole TCP/IP peut être utilisé.

4.3 Essais de type pour la compatibilité électromagnétique

4.3.1 Emissions

L'équipement doit être conforme à l'IEC 61000-6-4, mesuré sur une table, à une distance de 3 m, l'ensemble des portes et couvercles étant fermé. Tous les essais pertinents doivent être réalisés.

4.3.2 Immunité

L'équipement doit être conforme à l'IEC 61000-6-5, interface 4 à la fois pour les utilisations en postes et en centrales électriques. Tous les essais pertinents doivent être réalisés.

4.4 Exigences supplémentaires

4.4.1 Bornes

En plus des bornes définies dans l'IEC 60076-22-1, le dispositif doit être équipé d'au moins 2 bornes supplémentaires pour chaque sortie 4 mA à 20 mA et de 3 bornes supplémentaires pour chaque entrée et sortie Modbus, ainsi que de 2 bornes supplémentaires pour l'alimentation électrique si les sorties 4 mA à 20 mA sont de type actives.

Sauf spécification contraire, la sortie 4 mA à 20 mA doit être de type active.

Sauf spécification contraire, le bornier doit être conçu pour des câbles de section 1,5 mm².

En accord entre le fabricant et l'acheteur, le dispositif peut être équipé d'une fiche et d'une prise.

4.4.2 Accès de signalisation et de contrôle

4.4.2.1 4 mA à 20 mA

La longueur de câble maximale entre le dispositif et le système d'acquisition de données doit être de 30 m.

La résistance maximale à appliquer doit être de 450 Ω .

4.4.2.2 Protocole Modbus

La longueur de câble maximale entre le dispositif et le système d'acquisition de données doit être de 30 m.

4.5 Cybersécurité

Les dispositifs électroniques couverts par le présent document ne sont pas connectés à Internet ou à d'autres réseaux externes. Par conséquent, la cybersécurité n'est soumise à aucune exigence dans le cadre du présent document.

Si, sur demande particulière, le dispositif est connecté à Internet, les problèmes de cybersécurité doivent être pris en compte.

5 Alimentation

L'alimentation préférentielle pour la partie communication du dispositif est de 24 V en courant continu. La tolérance sur la tension assignée doit être de $\pm 20\%$ en continu. La composante de tension alternative résiduelle doit être inférieure à 2 % de la tension crête à crête.

Si le dispositif (assécheur autorégénérant, par exemple) nécessite une alimentation en courant alternatif ou continu pour fonctionner (hors communication), l'énergie nécessaire à la communication peut être générée à partir de l'alimentation de fonctionnement.

6 Dispositifs

6.1 Relais qui réagissent aux gaz et au liquide (relais Buchholz)

6.1.1 Généralités

Le volume de gaz est surveillé en continu par un composant supplémentaire intégré au relais Buchholz.

Selon les exigences du client, les informations peuvent être analogiques par l'emploi d'une sortie 4 mA à 20 mA et/ou numériques par l'emploi du protocole Modbus.

La performance des contacts spécifiés dans l'IEC 60076-22-1 ne doit pas être compromise par les exigences décrites dans ce Paragraphe 6.1.1.

6.1.2 Sortie 4 mA à 20 mA

La sortie 4 mA à 20 mA surveille l'accumulation du volume de gaz.

Par conséquent, la valeur de sortie 4 mA doit correspondre au relais Buchholz complètement rempli de liquide (sans gaz) et la valeur de sortie 20 mA doit correspondre au relais Buchholz sans liquide (rempli de gaz).

Le fabricant doit indiquer une fonction de transfert du signal de sortie 4 mA à 20 mA par rapport au volume du gaz accumulé.

Si l'accumulation de gaz de zéro jusqu'avant l'échappement du gaz dans la tuyauterie en direction du conservateur peut être considérée comme linéaire à $\pm 5\%$, le fabricant peut alors déclarer de manière simplifiée uniquement la valeur du volume de gaz accumulé avant l'échappement des gaz dans la tuyauterie vers le conservateur ainsi que la valeur en mA correspondante.

6.1.3 Sortie Modbus

La sortie numérique Modbus doit indiquer a minima le volume de gaz surveillé, mesuré en cm^3 .

6.1.4 Essais

6.1.4.1 Essai individuel de série

La carte électronique doit être vérifiée pour s'assurer que toutes les fonctions s'exécutent correctement.

6.1.4.2 Essai de type

Le fabricant doit effectuer un essai afin de déterminer la fonction de transfert du signal de sortie 4 mA à 20 mA par rapport au volume du gaz accumulé pour chaque conception de relais Buchholz.

6.2 Relais de protection des équipements hermétiquement scellés immergés dans un liquide

6.2.1 Généralités

Le volume de gaz, la température et la pression sont surveillés.

Selon les exigences du client, les informations peuvent être analogiques par l'emploi d'une sortie 4 mA à 20 mA et/ou numériques par l'emploi du protocole Modbus.

La performance des contacts spécifiés dans l'IEC 60076-22-1 ne doit pas être compromise par les exigences décrites dans ce Paragraphe 6.2.1.

6.2.2 Sortie 4 mA à 20 mA

Les sorties 4 mA à 20 mA surveillent l'accumulation du volume de gaz, ainsi que la température et la pression.

Pour la surveillance du volume de gaz, la valeur de sortie 4 mA doit correspondre au relais de protection complètement rempli de liquide (sans gaz) et la valeur de sortie 20 mA doit correspondre au relais de protection sans liquide (rempli de gaz).

Le fabricant doit indiquer une fonction de transfert du signal de sortie 4 mA à 20 mA par rapport au volume du gaz accumulé, s'il n'est pas linéaire.

Pour la surveillance de la température, la température de 40 °C doit produire un signal d'intensité 4 mA et la température de 120 °C doit produire un signal d'intensité 20 mA.

Pour la surveillance de la pression, la valeur de 4 mA doit indiquer une surpression de 10 kPa et la valeur de la surpression qui correspond à un courant de 20 mA doit être de 50 kPa.

6.2.3 Sortie Modbus

La sortie numérique Modbus doit indiquer a minima le volume de gaz (mesuré en cm³), ainsi que la température et la pression.

6.2.4 Essais

6.2.4.1 Essai individuel de série

6.2.4.1.1 Essai de la carte électronique

La carte électronique doit être vérifiée pour s'assurer que toutes les fonctions s'exécutent correctement.

6.2.4.1.2 Essais de précision

Lors de l'essai fonctionnel du relais de protection conformément à l'IEC 60076-22-1, la précision de la mesure de température doit être vérifiée. La tolérance entre la température du bain thermostatique liquide et la valeur indiquée par la sortie doit être inférieure à ± 4 °C.

NOTE La précision fait toujours référence au bain thermostatique; une différence entre la valeur de sortie et l'indication de température par l'aiguille peut donc se produire.

Lors de l'essai fonctionnel du relais de protection conformément à l'IEC 60076-22-1, la précision de la mesure de pression doit être vérifiée. La tolérance entre la pression de référence et la valeur indiquée par la sortie doit être inférieure à ± 5 kPa.

6.2.4.2 Essai de type

Le fabricant doit effectuer un essai afin de déterminer la fonction de transfert du signal de sortie 4 mA à 20 mA par rapport au volume du gaz accumulé pour chaque conception de relais de protection.

6.3 Indicateurs de niveau de liquide à cadran à lecture directe

6.3.1 Généralités

Le niveau du liquide dans le compartiment est surveillé par la composante mécanique de l'indicateur de niveau de liquide et est transmis en continu par un système électronique.

Selon les exigences du client, les informations transmises peuvent être analogiques par l'emploi d'une sortie 4 mA à 20 mA et/ou numériques par l'emploi du protocole Modbus.

La performance des contacts spécifiés dans l'IEC 60076-22-1 ne doit pas être compromise par les exigences décrites dans ce Paragraphe 6.3.1.

6.3.2 Sortie 4 mA à 20 mA

La sortie 4 mA à 20 mA surveille le niveau de liquide.

La position minimale de l'aiguille doit produire un courant d'intensité 4 mA; la position maximale de l'aiguille doit produire un courant d'intensité 20 mA. Ces positions minimale et maximale peuvent ne pas correspondre aux marquages du cadran.

Le fabricant doit indiquer la loi de variation de la sortie 4 mA à 20 mA par rapport à la hauteur réelle du capteur, si elle n'est pas linéaire.

6.3.3 Sortie Modbus

La sortie numérique Modbus doit indiquer a minima le niveau de liquide mesuré sous la forme d'un pourcentage du mouvement de l'aiguille entre le niveau minimal et le niveau maximal.

6.3.4 Essais

6.3.4.1 Essai individuel de série

La carte électronique doit être vérifiée pour s'assurer que toutes les fonctions s'exécutent correctement.

6.3.4.2 Essai de type

Le fabricant doit réaliser un essai afin de démontrer la correspondance entre la sortie électronique et la position de l'aiguille.

6.4 Dispositifs limiteurs de pression avec surveillance continue de la pression

6.4.1 Généralités

La pression du liquide dans le compartiment est surveillée en continu par un composant supplémentaire incorporé dans le dispositif limiteur de pression.

Selon les exigences du client, les informations peuvent être analogiques par l'emploi d'une sortie 4 mA à 20 mA et/ou numériques par l'emploi du protocole Modbus.

La performance des contacts spécifiés dans l'IEC 60076-22-1 ne doit pas être compromise par les exigences décrites dans ce Paragraphe 6.4.1.

6.4.2 Sortie 4 mA à 20 mA

La sortie 4 mA à 20 mA doit surveiller la pression du liquide.

La valeur de 4 mA doit indiquer une surpression de 0 kPa; la valeur de la surpression qui correspond à un courant de 20 mA doit être indiquée par le fabricant et être supérieure à la pression de fonctionnement maximale du dispositif limiteur de pression.

Le fabricant doit indiquer la loi de variation de la sortie 4 mA à 20 mA par rapport à la pression réelle du liquide, si elle n'est pas linéaire.

6.4.3 Sortie Modbus

La sortie numérique Modbus doit indiquer a minima la pression du liquide mesurée.

6.4.4 Essai individuel de série

La carte électronique doit être vérifiée pour s'assurer que toutes les fonctions s'exécutent correctement.

6.5 Systèmes électroniques de surveillance de la pression et de l'augmentation de pression

6.5.1 Généralités

Le système électronique de surveillance de la pression repose sur des capteurs, qui convertissent la pression de l'espace liquide ou gazeux en un signal 4 mA à 20 mA correspondant et qui mesurent le taux de variation de la pression. La plage de fonctionnement couvre une plage d'au moins 200 kPa et la valeur indiquée par la sortie du capteur est un signal 4 mA à 20 mA correspondant relié à la carte de circuit électronique.

La sortie du dispositif a deux fonctions principales:

- a) mesurer la pression statique de la cuve du transformateur à un instant donné et générer une alarme selon les exigences de l'utilisateur;
- b) mesurer le taux de variation de la pression et générer une alarme couramment utilisée dans le cadre d'un circuit de déclenchement. La sortie du capteur est mesurée pour l'augmentation de l'amplitude et de la vitesse en intégrant le signal dans le temps. Si la sortie dépasse le seuil de 1,5 kPa/s pendant une durée supérieure au seuil, le relais de sortie change d'état en envoyant un signal d'alarme ou de déclenchement à l'utilisateur.

6.5.2 Sortie 4 mA à 20 mA

La sortie 4 mA à 20 mA est réservée à la surveillance de la pression de l'espace liquide ou gazeux.

La valeur de 4 mA doit indiquer une pression de 0 kPa; la valeur de pression qui correspond à un courant de 20 mA doit être indiquée par le fabricant.

Le fabricant doit indiquer la loi de variation de la sortie 4 mA à 20 mA par rapport à la pression réelle du liquide ou du gaz, si elle n'est pas linéaire.

6.5.3 Sortie Modbus

La sortie numérique Modbus doit indiquer a minima la pression de l'espace liquide ou gazeux.

6.5.4 Essais

6.5.4.1 Essais individuels de série

6.5.4.1.1 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 et la terre.

La tension d'essai est indiquée dans le Tableau 1 de l'IEC 60076-22-1:2019.

6.5.4.1.2 Essai de la carte électronique

La carte électronique doit être vérifiée pour s'assurer que toutes les fonctions s'exécutent correctement.

6.5.4.1.3 Essai de précision

L'essai de précision doit vérifier que:

- la fonction d'augmentation de pression rapide est définie entre les courbes de réponse à l'augmentation de pression pour l'huile ou le gaz représentées à la Figure 1;
- la fonction d'augmentation de pression lente est dans une plage de $\pm 2\%$ à 25 °C (incluant l'hystérésis de linéarité et la répétabilité).