

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Reference conditions and procedures for testing industrial and process measurement transmitters –

Part 5: Specific procedures for flow transmitters

Conditions de référence et procédures pour l'essai des transmetteurs de mesure industriels et de processus –

Partie 5: Procédures spécifiques pour les transmetteurs de débit

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Reference conditions and procedures for testing industrial and process
measurement transmitters –**

Part 5: Specific procedures for flow transmitters

**Conditions de référence et procédures pour l'essai des transmetteurs
de mesure industriels et de processus –**

Partie 5: Procédures spécifiques pour les transmetteurs de débit

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.200.20; 25.040.40

ISBN 978-2-8322-8758-3

**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
3.1 Terms related to the flow transmitters	7
3.2 Terms related to the flow velocity.....	9
3.3 Reference to the IEC common data dictionary (CDD).....	10
4 General description of the device	10
4.1 General.....	10
4.2 Differential pressure flowmeters.....	10
4.3 Velocity flowmeters.....	10
4.4 Volumetric flowmeters.....	10
4.5 Mass flowmeters.....	11
5 Reference test conditions and service conditions.....	11
6 Test procedures	11
6.1 General.....	11
6.2 Tests at standard and operating reference test conditions.....	11
6.2.1 General requirements	11
6.2.2 Requirements with different test fluids	12
6.2.3 Accuracy and related factors	14
6.2.4 Dynamic behaviour	20
6.2.5 Static behaviour.....	20
6.3 Type tests at operating test conditions	22
6.4 Routine test	22
6.5 Acceptance, integration and maintenance tests for flow transmitters.....	22
7 Documentation	22
7.1 Documentation of the test results.....	22
7.2 Determination of the total probable error (TPE).....	22
7.3 Examples for the estimation of the TPE of flow transmitters	23
Annex A (normative) Summary of the tests	24
Annex B (normative) Calibration of flow transmitters and calibration report.....	25
Annex C (informative) Information on calibration of flow transmitters and calibration report.....	26
C.1 General.....	26
C.2 Calibration methods	26
C.2.1 Gravimetric.....	26
C.2.2 Volumetric	26
C.2.3 Master meter	26
C.3 Calibration procedure.....	27
C.3.1 Setup before calibration run.....	27
C.3.2 Calibration run.....	28
C.3.3 After calibration run	28
C.4 Guideline for choosing appropriate rates.....	28
Annex D (informative) Relationship between typical flow transmitter and normative references	30

Annex E (informative) Cautions and notes for the acceptance tests on the site or at the factory	31
E.1 General.....	31
E.2 Cautions and notes	31
E.2.1 Power supply for flow transmitters, pump and the flow generating unit.....	31
E.2.2 Flow condition	31
E.2.3 Temperature of the measurand	31
E.2.4 Material selection	31
E.2.5 Accuracy comparing with the other value	32
Bibliography.....	33
Figure C.1 – Example of calibration methods	27
Figure C.2 – Example of the calibration/test flow	29
Table 1 – Stability requirements during the measurement	12
Table 2 – Reference conditions for TPE determination.....	22
Table A.1 – Overview of the required tests for different measurement principles	24
Table D.1 – Relationship between typical flow transmitter and normative references	30

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

REFERENCE CONDITIONS AND PROCEDURES FOR TESTING
INDUSTRIAL AND PROCESS MEASUREMENT TRANSMITTERS –

Part 5: Specific procedures for flow transmitters

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 62828-5 has been prepared by subcommittee 65B: Measurement and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

The IEC 62828 series cancels and replaces the IEC 60770 series and proposes revisions for the IEC 61298 series.

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

FDIS	Report on voting
65B/1179/FDIS	65B/1181/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.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 62828-1:2017.

A list of all parts in the IEC 62828 series, published under the general title *Reference conditions and procedures for testing industrial and process measurement transmitters*, 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 "<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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

INTRODUCTION

Most of the current IEC standards on industrial measurement transmitters are rather old and were developed having in mind devices based on analogue technologies. Today's digital industrial and process measurement transmitters are quite different from those analogue transmitters: they include more functions and newer interfaces, both towards the computing section (mostly digital) and towards the measuring section (mostly mechanical). Even if some standards dealing with digital transmitters already exist, they are not sufficient, since some aspects of the performance are not covered by appropriate test methods.

In addition, the existing IEC test standards for industrial and process measurement transmitters are spread over many documents, so that for manufacturers and users it was difficult, impractical and time-consuming to identify and select all the standards to be applied to a device measuring a specific process quantity (pressure, temperature, level, flow, etc.).

To help the manufacturers and users, it was decided to review, complete and reorganize the existing IEC standards on the industrial and process measurement transmitters and to create a more suitable, effective and comprehensive standard series that provides, in a systematic way, all the needed specifications and tests for the different industrial and process measurement transmitters.

To solve the issues mentioned above and to provide an added value for the stakeholders, the new standard series on industrial and process measurement transmitters covers the following main aspects:

- applicable normative references;
- specific terms and definitions;
- typical configurations and architectures for the various types of industrial and measurement transmitters;
- hardware and software aspects;
- interfaces (to the process, to the operator, to the other measurement and control devices);
- physical, mechanical and electrical requirements and relevant tests; clear definition of the test categories: type tests, acceptance tests and routine tests;
- performances (their specification, tests and verification);
- environmental protection, hazardous areas application, functional safety, etc.;
- structure of the technical documentation.

To cover in a systematic way all the topics to be addressed, the standard series is organized in several parts. At the time of publication of this document, IEC 62828 consists of the following parts:

- IEC 62828-1: *General procedures for all types of transmitters*
- IEC 62828-2: *Specific procedures for pressure transmitters*
- IEC 62828-3: *Specific procedures for temperature transmitters*
- IEC 62828-4: *Specific procedures for level transmitters*
- IEC 62828-5: *Specific procedures for flow transmitters*

In preparing the IEC 62828 series (all parts), many test procedures were taken, with the necessary improvements, from the IEC 61298 series. Because the IEC 61298 series is currently applicable to all process measurement and control devices, when the IEC 62828 series is completed, the IEC 61298 series will be revised to harmonize it with the IEC 62828 series, taking out from its scope the industrial and process measurement transmitters. During the time when the scope of the IEC 61298 series is being updated, the new IEC 62828 series takes precedence for industrial and process measurement transmitters.

When the IEC 62828 series is published, the IEC 60770 series will be withdrawn.

REFERENCE CONDITIONS AND PROCEDURES FOR TESTING INDUSTRIAL AND PROCESS MEASUREMENT TRANSMITTERS –

Part 5: Specific procedures for flow transmitters

1 Scope

This part of IEC 62828 establishes specific procedures for testing flow transmitters used in measuring and control systems for industrial process and for machinery control systems. For general test procedures, reference is to be made to IEC 62828-1:2017, applicable to all types of industrial and process measurement transmitters.

This document – together with IEC 62828-1:2017 – is the reference standard for testing every type of flow transmitter, not only for liquids but also for gases and for steam.

In this document, "industrial flow transmitters" consistently covers all types of flow transmitters used in measuring and control systems for industrial process and for machinery.

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 62828-1:2017, *Reference conditions and procedures for testing industrial and process measurement transmitters – Part 1: General procedures for all types of transmitters*

IEC 61987-12, *Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues – Part 12: Lists of properties (LOPs) for flow measuring equipment for electronic data exchange*

ISO 4185, *Measurement of liquid flow in closed conduits – Weighing method*

ISO 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62828-1 and the following 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 Terms related to the flow transmitters

3.1.1

adjustment

properties characterizing the means provided for the adjustment of a device

[SOURCE: Identifier ABC081 in the IEC common data dictionary]

3.1.2 calibration

operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication

Note 1 to entry: Calibration may be expressed by a statement, calibration function, calibration diagram, calibration curve, or calibration table. In some cases, it may consist of an additive or multiplicative correction of the indication with associated measurement uncertainty.

Note 2 to entry: Calibration should not be confused with adjustment of a measuring system, often mistakenly called "self-calibration", nor with verification of calibration.

Note 3 to entry: Often, the first step alone in the above definition is perceived as being calibration.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.39]

3.1.3 fluid

general category for gases, steams and liquids, which are substances that continuously deform under the action of shear stress and at rest cannot withstand shear stress

3.1.4 maximum flow rate

corresponds to maximum measurand regarding flow rate $Q_{\max}$, and this $Q_{\max}$ can be also the maximum working flow

3.1.5 minimum flow rate

corresponds to minimum measurand regarding flow rate $Q_{\min}$, and this $Q_{\min}$ can be the minimum working flow

3.1.6 nominal range

range of indications obtainable with a particular setting of the controls of a measuring instrument

Note 1 to entry: The nominal range is normally stated in terms of its lower and upper limits. Where the lower limit is zero, the nominal range is commonly stated solely in terms of its upper limit.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-14]

3.1.7 pressure loss

static pressure difference between the inlet and the outlet of a flow meter or flow meter package (consisting of flow meter, inlet/outlet pipe sections and flow straightener or any other flow conditioning device), to be given as function of flow rate and viscosity

3.1.8 Reynolds number

dimensionless quantity characterizing the flow of a fluid in a given configuration characterized by a specified length l , defined by $Re = \rho v l / \eta = v l / \gamma$, where the fluid is described by its mass density ρ , velocity v , dynamic viscosity η , and kinematic viscosity γ

[SOURCE: IEC 60050-113:2011, 113-03-36, modified – In the definition, "quantity of dimension 1" replaced by "dimensionless".]

3.1.9**zero and span adjustment**

means provided for adjusting the zero and span

[SOURCE: IEC 61987, ABA896 modified]

3.1.10**viscosity**

for a fluid with laminar flow in x-direction, thus for which $v_y = v_z = 0$ and $v_x = v_x(z) \geq 0$, where x , y , z are Cartesian coordinates, scalar quantity characterizing internal friction

Note 1 to entry: The coherent SI unit of dynamic viscosity is pascal second, Pa·s.

[SOURCE: IEC 60050-113:2011, 113-03-34, modified – The end of the definition has been omitted.]

3.1.11**voltage fluctuation**

series of voltage changes or a continuous variation of the RMS or peak value of the voltage

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-05, modified – The note has been omitted.]

3.2 Terms related to the flow velocity**3.2.1****assigned flow velocity range**

properties characterizing a range configured at the factory for flow velocity

[SOURCE: IEC 61987, ABD493]

3.2.2**maximum flow velocity**

highest flow velocity for which a device is or must be designed to operate within its specified limits

[SOURCE: IEC 61987, ABF560]

3.2.3**span for flow velocity**

difference between the upper and lower range of flow velocity to which a flow velocity measurement instrument is adjusted.

[SOURCE: IEC 61987, ABD435]

3.2.4**line-pack effect**

uncertainty contribution due to the compressibility and the time delay at flowing pressure and temperature in pipelines

Note 1 to entry: A pipeline, particularly in the oil and gas industry is used to transport natural gas over long distances and can also be used to store that gas before and during transportation. Noteworthy, the compressibility of the gas allows the storing of gas in pipelines to be performed temporarily. This technique is called "line packing", i.e. a method used for providing short-term gas storage in which natural gas is compressed in transmission lines, providing additional amounts of gas to meet limited peak demand.

3.3 Reference to the IEC common data dictionary (CDD)

The IEC common data dictionary (CDD) contains a classification of measuring devices with lists of properties for the device types most often met in practice. These properties can be used to describe the performance of a device, the effect of any quantities influencing its performance as well as the reference standards against which it was tested with test results.

Each property has a unique identifier, e.g. ABB551, which is quoted in this document as appropriate. By entering the appropriate properties in the LOPs, it is possible to exchange test results electronically between interested parties. The CDD is to be found at the following address: <http://std.iec.ch/cdd/iec61987/cdddev.nsf>.

The various measuring devices are to be found in the domain "Process automation (IEC 61987 series)"; ABA000 – Equipment for industrial-process automation; ABV000 – Characterization; ABA001 – Measuring Instruments. The device characterization is also to be found in IEC 61987-11.

4 General description of the device

4.1 General

As flow transmitters have many kinds of classified types and various features, more detailed type and feature information of flow transmitters can be found in IEC 61987-12 (see flow Process Measurement Transmitter (PMT)). Table D.1 in Annex D is a summary of the flow PMT described in IEC 61987-12.

4.2 Differential pressure flowmeters

All flowmeters that use differential pressure to calculate flow rate, i.e. Venturi tubes, Venturi nozzles, orifice plates, nozzles, pitot tubes. These meters constrict the flow in the pipe by using some form of primary element.

The relationship between measured differential pressure and flow rate is a function of:

- tap location,
- primary element design,
- up-stream and down-stream piping, and
- discharge coefficient, which minimizes effects of actual flow rate against theoretically calculated flow rate.

The output of the flowmeters is the flow velocity, which is proportional to the square root of the differential pressure divided by the fluid density.

4.3 Velocity flowmeters

All flowmeters where the velocity of the fluid inside the meter is the basis for the calculation of flow, i.e. turbine, electromagnetic, vortex, ultrasonic, variable area meter.

The output of the flowmeters is proportional to the flow velocity and the pipe cross section. The relationship between the change of velocity and flow rate is approximately linear.

4.4 Volumetric flowmeters

All flowmeters where the output corresponds directly to a certain volume of fluid passing through the inside of the meter, i.e. positive displacement meter.

The output of the flowmeters is proportional to the displaced volume.

4.5 Mass flowmeters

This includes all flowmeters where the output corresponds directly to a certain mass of fluid passing through the inside of the meter, i.e. Coriolis mass flowmeters, thermal mass flowmeters.

5 Reference test conditions and service conditions

The corresponding clause of IEC 62828-1:2017 applies in full, both for reference test conditions and for service conditions.

6 Test procedures

6.1 General

Clause 6 of IEC 62828-1:2017 applies, with the following additional requirements, applicable to any fluids: liquid, gas and steam.

There are several methods used for flow calibration and testing: comparison against a reference meter is one of them. For more accurate measurements, primary methods such as gravimetric, or pressure-based or volume-based references shall be preferred.

Table A.1 in Annex A summarizes all the tests for different measurement principles at the reference and service conditions.

Annex B and Annex C describe the methods and the requirements for the calibration and verification of flow transmitters and for preparing a test report.

Acceptance tests are typically defined and agreed specifically between the manufacturer and the user in accordance with Annex E. Nevertheless, all tests in this document can also be used as the basis for any acceptance tests.

6.2 Tests at standard and operating reference test conditions

6.2.1 General requirements

For the majority of the tests on every type of flow transmitters, the corresponding clause of IEC 62828-1:2017 applies, in particular see:

- Annex B in IEC 62828-1:2017 for the summary of the tests at the standard reference conditions and
- Annex C in IEC 62828-1:2017 for the summary of the tests at the operating reference conditions.

All tests shall be carried out under the installation conditions (straight sections of piping upstream and downstream of the flow transmitter, flow conditioners, etc.) stipulated by the supplier of the type of flow transmitter to be tested.

During the tests, corrections shall be made for temperature and pressure differences between the flow transmitter under test and the reference standard; otherwise, these differences have to be taken into account in the uncertainty calculations.

The temperature and pressure measurements have to be performed at a representative position on the flow transmitter under test and on the reference standard meter.

After settling or plumbing the reference flow transmitter and the testing flow transmitter to the prescribed portion on the facility, the measurand is flowed in the plumbing or the pipe fittings.

When the measurand is a liquid, the facility needs an air bleeding capability at the high point in the line to release trapped vapors to fill the measurand in the plumbing or the pipe fittings. Prior to testing, confirm the status of the plumbing or the pipe fittings for additional potential sources that can introduce error, such as vibration or leakage. If the status requires amending, it shall address these matters. Depending on the measuring principle, further properties of the test fluid (e.g. density, viscosity, conductivity) that can have a significant influence on the flow transmitter behaviour shall be considered in the test procedures.

If not stated otherwise in the uncertainty examination document of the test bench, the stability requirements of Table 1 shall be respected.

Table 1 – Stability requirements during the measurement

	For gases	For liquids
Stability of the instantaneous flow rate	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$
Static medium pressure drift	$\leq 0,2 \%$ within 100 s	$\leq 5 \%$ within 100 s
Medium temperature range for inaccuracy test	10 °C to 40 °C	10 °C to 40 °C
Medium temperature drift during the measurement of single test flow rate	$\leq 0,2 \text{ K}$	$\leq 0,5 \text{ K}$
Medium temperature drift over the entire tests	$\leq 2 \text{ K}$	$\leq 5 \text{ K}$
NOTE Greater pressure variations are allowed if the line-pack effect (see 3.2.4) is corrected and the uncertainty examination of the test facility shows that the above-mentioned requirements have been fulfilled.		

If these conditions are not satisfied during the measurement of a test point, the measurement result is to be rejected and the measurement has to be repeated.

In addition, the specific tests of 6.2, 6.3, 6.4 and 6.5 apply to flow transmitters.

6.2.2 Requirements with different test fluids

6.2.2.1 Test gases (applies to flow transmitters for gas only)

a) Required gases for type evaluation tests

All the tests may be performed with air or any other gas as specified by the manufacturer under the rated operating conditions stated in Clause 5. For the temperature tests, it is important that the gas be dry.

Flow transmitters intended to measure different gases are to be evaluated with the gases specified by the manufacturer.

b) Evaluation for the use of an alternative test gas during verification

When flow transmitters are to be verified (at initial or subsequent verification) with air, the type evaluation test as stated in 6.2.3.15 shall include air.

When flow transmitters are to be verified with a type of gas different from that at operating conditions, the type evaluation test as stated in 6.2.3.15 shall include such a type of gas.

In both cases mentioned, the maximum differences between the error curves of the intended test gas and the gas in-use are calculated and the need to use correction factors during the verification test is established as follows:

- If these differences stay within 1/3 of the measurement uncertainty of the stated inaccuracy, the initial or subsequent verification may be performed with the alternative gas.
- If these differences exceed 1/3 of the measurement uncertainty of the stated inaccuracy, the initial or subsequent verification may only be performed with the alternative gas if a correction for the differences is applied.

It shall be documented whether the initial or subsequent verification may be performed with air (or the other gas(-es)) and whether correction factors shall be applied.

6.2.2.2 Test liquids (applies to flow transmitters for liquid only)

a) Required liquids for type test evaluations

All the tests may be performed with water or any other liquid as specified by the manufacturer under the rated operating conditions stated in Clause 5.

Flow transmitters intended to measure different liquids are to be tested with the liquids specified by the manufacturer.

As viscosity and density of the fluid can influence the flow transmitter performance, these values have to be monitored, directly or indirectly, during the tests and are to be documented.

When flow transmitters are to be verified with test liquids different from the specified liquid, the maximum differences between the meter characteristics with the intended test liquid and the liquid in-use are calculated and the need to use correction factors during verification test is established as follows:

- If these differences stay within 1/3 of the measurement uncertainty of the stated inaccuracy, the initial or subsequent verification may be performed with the alternative liquid.
- If these differences exceed 1/3 of the measurement uncertainty of the stated inaccuracy, the initial or subsequent verification may only be performed with the alternative liquid if a suitable correction for the differences is applied. This correction and its uncertainty have to be documented.

b) Complete filling of the measuring system

The flow transmitter and the pipework between the transmitter and the other components of the test bench shall be kept full of liquid during measurement and during shutdown periods.

c) Elimination of air or gases

Measuring systems shall incorporate a gas elimination device for the proper elimination of any air or undissolved gases which can be contained in the liquid before it enters the flow transmitter. Gas elimination devices shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

In the case that neither air intake nor gas release will occur in the liquid upstream of the flow transmitter, a gas elimination device is not required.

d) Control and closing mechanisms

If there is a risk that the supply conditions can generate overload pressure or flow in the pipeline at the flow transmitter, a flow-limiting device should be provided. This device needs to be installed downstream of the transmitter. Such a device shall allow the flow transmitter to be isolated from the test loop.

6.2.2.3 Test steam (applies to flow transmitters for steam only)

As steam neither can be classified as a gas nor a liquid, to verify the specifications of a flow transmitter for steam applications, special test procedures are required.

There are three conditions of steam:

- wet steam;
- saturated steam;
- overheated steam.

Because there is a lack of test stands for steam, it is acceptable to perform tests with dry gas/water. In these cases, it is necessary to add uncertainty contributions to the measurement error. In particular, influences of temperature, pressure and steam humidity have to be considered.

Because flow transmitters in steam applications are used to measure the useable energy content, special attention shall be given to the fact that variable steam humidity has a significant effect on energy content measurements.

6.2.3 Accuracy and related factors

6.2.3.1 General requirements

The accuracy related factors shall be determined in accordance with IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.

Initially, an input signal (flow rate) equal to the maximum flow rate ($Q_{\max}$, see Annex C and Figure C.2) is generated, and the value of the corresponding input and output signal is noted after a sufficient stabilization period (e.g. reaching a steady state). Then, the input signal is slowly (the rate of change depends on the DUT) decreased to reach the next test point. After a sufficient stabilization period, the value of the corresponding input and output signal is recorded again.

The operation is repeated for all the predetermined values down to the lower range value of the input span. After measurement at this point, the input signal is slowly brought up, without overshoot, to the test value directly the lower range value, and then to all other values in turn up to 100 % of input span, thus closing the measurement cycle.

6.2.3.2 Processing of the measured values

The difference between the output signal values obtained at the test points for each upscale and downscale traverse and the corresponding ideal values are recorded and their algebraic differences are reported as measured errors.

Differing from the requirement in IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4, the errors generally shall be expressed as percent of the measured value.

6.2.3.3 Non-repeatability

The non-repeatability shall be calculated in accordance with the procedure described in IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.7. The non-repeatability at each flow rate shall be determined.

For flow transmitters that are intended to be used at high pressures, this test may be performed at the lowest operating pressure.

6.2.3.4 Duration of a measurement

The duration of a measurement (one single flow rate) shall be large enough to reduce the effects of random processes and displays with limited resolution to negligible proportions. The duration of a measurement (one single flow rate), its result and the experimental uncertainty of the measured value shall be recorded.

6.2.3.5 Zero flow stability

The test procedure shall include the following elements as a minimum:

- it has to be ensured that, during the test procedure, the flow rate is absolutely zero;
- fluid pressure and temperature shall be homogeneous and stable;
- the duration of a measurement shall be long enough to reduce the effects of random processes and displays with limited resolution to negligible proportions;
- the properties of the test fluid and test conditions shall be documented.

6.2.3.6 Flow rates

The input-output characteristic shall be measured in one measurement cycle, traversing the full range in each direction. The flow rates at which the errors of the flow transmitter need to be determined shall be distributed over the measuring range at intervals as indicated in IEC 62828-1:2017, Table 6, or as shown below.

The minimum integral number (N) of test points, ranking from $i = 1$ to $i = N$ can be calculated as follows:

$$N = 1 + 4 \cdot \log \left(\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \right) \quad |Q_{\min} \neq 0|$$

N shall be rounded to the nearest integer.

The following formula presents an adequate regular distribution of flow rates for $i = 1$ to $i = N - 1$ and $Q_N = Q_{\min}$.

$$Q_i = \left(\sqrt[4]{10} \right)^{1-i} \cdot Q_{\max}$$

As a practical approach, when technically justified, the test points can be defined at $Q_{\min}$, 5 %, 10 %, 25 %, 40 %, 70 %, 100 % of $Q_{\max}$.

6.2.3.7 Orientation

Unless specified by the manufacturer that the flow transmitter is to be used only in certain mounting orientations, it shall be established whether the orientation of the flow transmitter influences the measuring behaviour.

The following orientations shall be examined:

- horizontal,
- vertical flow-up,
- vertical flow-down.

For liquid flowmeters, the orientation of vertical flow-down can cause a partial flow, and the accuracy measurements as stated above are performed in these orientations. If only certain orientations are stipulated by the manufacturer, only those orientations shall be examined.

The results of the different accuracy measurements are evaluated without intermediate adjustments.

If the requirements are not fulfilled for all prescribed orientations without intermediate adjustments, the flow transmitter shall be marked in order to be used in a certain orientation only.

6.2.3.8 Flow direction

The accuracy measurements as stated above are performed in both flow directions, if applicable. The results of the different accuracy measurements are evaluated without intermediate adjustments.

6.2.3.9 Working pressure

The accuracy measurements as stated above are performed at least at the minimum and at the maximum operating pressure.

The manufacturer shall specify the adjustments needed and/or additional uncertainty contribution if the flow transmitter operates outside the evaluated working pressure range. When practical measurements and tests for their determination cannot be realized, this information shall preferably be derived, for example from a finite element (FEA, CFD) analysis.

6.2.3.10 Temperature

6.2.3.10.1 General

The temperature dependency of the flow transmitter shall be evaluated in the temperature range specified by the manufacturer, by one of the methods stated below, ranked in the following preferred order:

a) Flow tests at different temperatures

The flow tests are performed with a fluid temperature equal to the ambient temperature specified in IEC 62828-1:2017, Clause 6. For flow transmitters with a built-in conversion device showing the volume at base conditions only also the flow tests are to be performed with a fluid temperature different from the ambient temperature specified in IEC 62828-1:2017, Clause 6.

b) Monitoring the unsuppressed flow rate output of the flow transmitter at no-flow conditions at different temperatures

At no-flow conditions, the unsuppressed flow rate output of the flow transmitter is used in order to determine the temperature influence on the transmitter accuracy. The examination is performed at least at the reference temperature, and at the minimum and maximum operating temperatures. The results of the measurements at the different temperatures are evaluated, while taking into account the influence of the flow rate shift on the meter curve.

EXAMPLE The unsuppressed flow rate output of the DUT is changed with $+0,01 \text{ m}^3/\text{h}$ owing to the tested temperature variations. The initial error at reference conditions of this transmitter was $+0,3 \%$ at a tested $Q_{\min}$ of $2 \text{ m}^3/\text{h}$. The influence due to temperature variations at $Q_{\min}$ is $0,01 / 2 \times 100 \% = +0,5 \%$.

NOTE The unsuppressed flow rate is defined as the flow rate at which the low flow cut-off (if present) is not active.

c) Evaluation of the construction of the flow transmitter

In cases when the flow transmitter cannot be tested to determine the effect of temperature, the uncertainty resulting from the expected influence of temperature on the meter construction shall be evaluated.

6.2.3.10.2 Flow tests with equal fluid and ambient temperatures

The flow tests are performed at the flow rates determined in 6.2.3.6, in the flow range $Q_{\min}$ up to $Q_{\max}$, with the fluid temperature matching the ambient temperature (see IEC 62828-1:2017, 6.3.2), sequentially at:

- reference temperature;
- maximum ambient temperature;
- minimum ambient temperature;
- reference temperature.

6.2.3.10.3 Flow tests with unequal fluid and ambient temperatures

The flow tests are performed while keeping the DUT at a constant ambient temperature almost the same as the reference temperature and sequentially, preferably using these temperature conditions:

- the fluid temperature at 40 °C;
- the fluid temperature at 0 °C.

The error is determined at $Q_{\min}$ and $Q_{\max}$. Determination of errors shall be performed only after the temperature of the fluid is stabilized.

Instead of the above-mentioned temperature test, the test may be performed while using the following temperature conditions:

- fluid temperature at 20 °C and the DUT at 40 °C;
- fluid temperature at 20 °C and the DUT at 0 °C.

Nevertheless, the test shall be performed at temperatures $T_{\text{ref}} \pm 10 \text{ K}$ at least, and the results shall be documented in the unit % per K.

6.2.3.11 Flow disturbance

The influence of flow perturbations upstream of the flow transmitters should be evaluated with tests as specified below. During the tests, the DUT should be installed in accordance with the manufacturer's specifications of the minimum length of straight upstream pipe, $l_{\min}$. The manufacturer may specify different $l_{\min}$ for different flow disturbances.

The results of the different accuracy measurements are evaluated without intermediate adjustments of the DUT.

The baseline for reference flow conditions is determined at reference conditions as stated in 6.2.1. For the following standardized set of perturbations, the following tests should be conducted (the following "D" means the length of Flowmeter's nominal diameter).

- a) a single 90° bend (radius of curvature of $1,5 \times D$):
 - 1) DUT in normal position;
 - 2) DUT rotated 90°;
 - 3) DUT rotated 180°;
 - 4) DUT rotated 270°.
- b) two 90° bends in perpendicular planes (radius of curvature of $1,5 \times D$, without spacers between bends):
 - 1) DUT in normal position;
 - 2) DUT rotated 45°;
 - 3) DUT rotated 90°;
 - 4) DUT rotated 135°.
- c) a standard expander with an expansion in diameter of 2:3 or 3:4;
- d) a diameter step with magnitude of -5 % and +5 % on the upstream flange of the DUT;
- e) if required by the manufacturer, a flow conditioner chosen and positioned by the manufacturer in combination with perturbations listed in a) to d).

The tests shall be conducted for at least two Reynolds numbers. The ratio between the two Reynolds numbers shall be at least 5:1. Owing to the nature of the more disturbed flow conditions during these tests, a longer measurement or increased number of repeats can be required to achieve an acceptable experimental standard deviation.

Relevant data are the mean values of at least three single measurement repeats at each Reynolds number.

6.2.3.12 Long-term stability/drift

In addition to the procedures defined in IEC 62828-1:2017, 6.2.4.4, the long-term/drift determination shall be performed as follows:

NOTE This test also replaces the accelerated operational life test as specified in IEC 62828-1:2017, 6.3.6.

- a) Run initial flow test on calibrated flow bench with $0,1 \times Q_{\max}$ and $0,9 \times Q_{\max}$ and document flow readings and calculate the values

$$e_{i, 0,1} = \frac{Q_{i, 0,1} - Q_{0,1}}{Q_{0,1}}$$

$$e_{i, 0,9} = \frac{Q_{i, 0,9} - Q_{0,9}}{Q_{0,9}}$$

where:

$Q_{i,0,1}$: initial measured flow volume at $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{0,1}$: reference flow volume at $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{i,0,9}$: initial measured flow volume at $0,9 \times Q_{\max}$;

$Q_{0,9}$: reference flow volume at $0,9 \times Q_{\max}$;

$e_{i,0,1}$: initial deviation at $0,1 \times Q_{\max}$ (% of rate);

$e_{i,0,9}$: initial deviation at $0,9 \times Q_{\max}$ (% of rate).

- b) Run the flowmeters over a period of time in a way that a minimum amount of fluid volume/mass through the meter, which is at least equal to 30 days times $0,8 \times Q_{\max}$, and continuously monitor and record at minimum the vendor-defined primary output of the flowmeters (e.g. pulse output). Secondary outputs (if any) should be monitored and recorded as well to get a more complete understanding of the instrument's drift behaviour.

NOTE This test can be run on a flow test bench other than the one used in step a). It is then recommended to install and monitor a reference flowmeter with known performance.

- c) Run final flow test like in step a) on calibrated flow bench with $0,1 \times Q_{\max}$ and $0,9 \times Q_{\max}$ and document flow readings

$$e_{f, 0,1} = \frac{Q_{f, 0,1} - Q_{0,1}}{Q_{0,1}}$$

$$e_{f, 0,9} = \frac{Q_{f, 0,9} - Q_{0,9}}{Q_{0,9}}$$

where:

$Q_{f,0,1}$: final measured flow volume at $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{f,0,9}$: final measured flow volume at $0,9 \times Q_{\max}$;

$e_{f,0,1}$: final deviation at $0,1 \times Q_{\max}$ (% of rate);

$e_{f,0,9}$: final deviation at $0,9 \times Q_{\max}$ (% of rate).

This test shall be run on the same test bench as in step a).

This results in a drift value representing an aging over 30 days at $0,8 \times Q_{\max}$ flowrate:

$$e_{30d} = \frac{|e_{f,0,1} - e_{i,0,1}| + |e_{f,0,9} - e_{i,0,9}|}{2}$$

The long-term drift value shall be stated by the manufacturer based on the value of e_{30d} considering also the start-up drift behaviour observed during step b). It shall be extrapolated and stated for at least 6 months of operation, as defined and using the methods in IEC 62828-1:2017, 6.2.4.4.2.

If, owing to test bench limitations or measurement principle requirements, single conditions cannot be met, these deviation(s) shall be explicitly mentioned when providing a TPE (total probable error) value for example in data sheets.

The number of tests required can be optimized by the manufacturer by selecting representative test samples reflecting the worst case of a wider range of product versions (e.g. line sizes).

6.2.3.13 Drive shaft (torque)

Flow transmitters with drive shafts are submitted to the maximum possible torque, while using a specified reference density (e.g. for gas $1,2 \text{ kg/m}^3$). The fault is evaluated at $Q_{\min}$.

Where a type of flow transmitter includes various sizes, this test only needs to be carried out on the smallest size, provided that the same torque is specified for the larger flow transmitters and the drive shaft of the latter has the same or greater output constant.

6.2.3.14 Overload flow

Flow transmitters with internal moving parts are tested for the overload flow as a type test. Before and after the overload, the error of the flow transmitter is determined for its whole flow rate range in accordance with 6.2.3.6. If not otherwise specified by the manufacturer, the overload flow rate and time shall be 120 % of $Q_{\max}$, for a minimum of 1 min (see IEC 62828-1:2017, 6.2.3.9). In the case that applying 120 % of $Q_{\max}$ flow can cause a malfunction of the flow transmitter, the overload flow can be reduced in accordance with the manufacturer's device specification.

6.2.3.15 Different fluids

Flow transmitters that are intended to be used in fluids different from the reference fluid shall be investigated regarding the accuracy-related factors with those fluids.

Preferably, this investigation can be performed:

- by flow tests using these fluids or alternatively;
- by empirical or theoretical model approaches.

In the latter case, the used model and its additional uncertainty shall be reported.

6.2.4 Dynamic behaviour

6.2.4.1 General

Step and frequency response measurements as described in IEC 62828-1:2017, 6.3.4 are not directly applicable to flow transmitters because of lack of suitable test equipment for the generation of required input signals representing flow changes.

However, flow transmitters show a specific dynamic behaviour and delays in responding. A manufacturer who states any response time data of their flow transmitter shall specify the test procedure and equipment used.

6.2.4.2 Vibration and shocks

Flow transmitters having a maximum mass of 10 kg are tested to vibrations and shocks in accordance with 6.3.4 of IEC 62828-1:2017 and 6.3.5 of IEC 62828-1:2017. For transmitters exceeding this weight, only the electronic part of the meter is to be tested. Before and after these tests, the intrinsic error of the flowmeters is determined in accordance with 6.2.3 over the whole flow rate range.

6.2.4.3 Determination of the pressure loss

The pressure loss is defined as the systematic difference of the static pressure between inlet and outlet of the meter under test at reference condition. The pressure loss is normally a function of flow rate and medium density/viscosity, and increases quadratically with increasing flow rate.

The measurement uncertainty of the pressure transmitters to measure the differential pressure has to be smaller than 1/10 of the maximum pressure loss at the maximum tested flowrate.

When additional equipment such as inlet and outlet sections or flow splitters are mandatory for the flowmeters, these installations have to be considered while measuring the pressure drop.

If the measurement of the pressure loss is not technically feasible, numerical simulations or analytical estimations are allowed based on validated models.

For example, a pressure loss number ζ might be determined by the following formula:

$$\zeta = \frac{\Delta p}{\frac{\rho}{2} v^2}$$

and used for extrapolations. Herewith, Δp represents the measured pressure loss for a certain medium density ρ at the measured temperature and pressure, and v the velocity of the flow medium.

6.2.5 Static behaviour

6.2.5.1 General

Static response measurements as described in IEC 62828-1:2017, 6.2.3 are not directly applicable to flow transmitters because of the lack of suitable test equipment for the generation of required input signals representing flow changes.

However, flow transmitters show a specific static behaviour and delays in responding. A manufacturer who states any response time data of their flow transmitter shall specify the test procedure and equipment used.

6.2.5.2 Interchangeable components

For flow transmitters for which some components are intended to be interchangeable, as specified by the manufacturer, the influence of interchange shall be determined at 10 % of the measuring range.

This accuracy test is performed at each of the three stages in the following sequence:

- while using the starting configuration;
- after interchange of the component;
- after reinstalling the original component.

The fault is established by calculating the maximum difference between the results of any of the three accuracy tests.

6.2.5.3 Power supply

The testing flow transmitter shall be connected to the power supply in accordance with the manufacturer's requirement. A general description about the power supply is given below.

Before testing, the testing flow transmitter's converter (or printed circuit boards) shall be switched-on and kept in this condition for an adequate time specified by the manufacturer.

The supply should be selected according to the tested flow transmitter's specification, such as a normal AC/DC power, a built-in battery and 4 mA DC to 20 mA DC analogue output, and so on.

The voltage fluctuation of AC/DC power supply voltage should be suppressed within $\pm 10\%$ against its nominal voltage. Usually the voltage fluctuation of power supply voltage is less than -10% , which causes the failure such as the freeze of some of the transmitter's functions. On the other hand, voltage fluctuation of power supply voltage over $+10\%$ causes the failure (such as the damage) of some electrical parts in transmitter.

6.2.5.4 Electronics

If the electronic devices of a flow transmitter are located in a separate housing, their electronic functions may be tested independently of the measuring transducer of the flow transmitter by simulated signals representing the rated operating conditions of the meter. In this case, the electronic devices shall be tested in their final housing.

The tests as indicated in IEC 62828-1:2017, 6.3, are to be performed under the following conditions:

- the meter under test shall be powered on, except in the case of performing the vibration and mechanical shock test;
- the dependency of the flow transmitter's performance shall be evaluated under the flow modes ranked in the following preferred order:
 - a) during actual flow, or
 - b) at no-flow conditions while monitoring the unsuppressed flow rate output of the meter.

In the latter case, the performance is evaluated while taking into account the influence of the flow rate shift on the meter curve.

Most electronic meters have a cut-off for low flow rates. This cut-off shall be switched off for this test so that the flow rate output corresponds to the unsuppressed flow rate.

6.3 Type tests at operating test conditions

If the flow transmitter has various certifications, the tests which are mentioned in each certification shall be conducted.

6.4 Routine test

During routine testing, the tests which are mentioned in Annex B of IEC 62828-1:2017 shall be conducted.

6.5 Acceptance, integration and maintenance tests for flow transmitters

After the flow transmitters are installed on the site or factory, the acceptance tests will be conducted as the assessment for the system, including the flow transmitters. Then the content of Annex E shall be well considered so as to evaluate the flow device correctly.

7 Documentation

7.1 Documentation of the test results

After the execution of the tests, a test report shall be issued in accordance with IEC 62828-1:2017, 7.1.

7.2 Determination of the total probable error (TPE)

A widely used method to evaluate the performance of different transmitters is to calculate and compare the total error of these transmitters.

The specifications can be incorporated into a total probable error analysis allowing a more complete and accurate comparison to be made between transmitters. The total probable error analysis not only assures that transmitters are evaluated equitably, but also provides a more accurate picture of how a transmitter can be expected to perform under specific conditions or changes in conditions.

In IEC 62828-1:2017, 7.3 a general definition of total error is given.

To estimate the total probable error for flow PMTs, it is necessary to consider the overall contribution of the main different errors: inaccuracy and non-repeatability (including hysteresis) over the full dynamic range, as well as temperature and pressure effects caused by the fluid.

The TPE is determined and given only for the test conditions in Table 2, which need to be observed and documented.

Table 2 – Reference conditions for TPE determination

	For gases	For liquids
Fluid type	Dry air	Tap water or other liquid with similar physical properties
Flow velocity	10 m/s	3 m/s
Line pressure	minimum pressure required to achieve the flow velocity above	
Fluid pressure range Δp	$\Delta p = 30$ bar	$\Delta p = 10$ bar
Fluid temperature range ΔT	$\Delta T = 20$ K	
Flow profile	As used under reference conditions, ideally without influencing the inaccuracy	
Orientation and installation conditions	Horizontal, flow direction forward	

Long-term stability always has to be considered. A flow transmitter can have further influencing parameters, e.g. density or viscosity, which are not part of the TPE calculation. These parameters should be stated by the manufacturer, if applicable.

All measurements have to be derived from 6.2.3.6 of this document, and shall be considered as rectangular distributed influence quantities that need to be divided by $\sqrt{3}$.

All these contributions shall be added to the root of sum of squared errors as in the following example:

$$TPE = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{A}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{B}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{C}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{D}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{E}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

where:

TPE is the total probable error, in percent per reading;

A is the inaccuracy over the full specified dynamic range;

B is the non-repeatability (including hysteresis) over the full specified dynamic range;

C is the fluid temperature error over a temperature range in accordance with Table 2;

D is the error over a fluid working pressure range in accordance with Table 2;

E is the long-term drift per year in accordance with 6.2.3.12.

7.3 Examples for the estimation of the TPE of flow transmitters

The estimation for all type transmitters is indicated in IEC 62828-1:2017, Annex J.

Annex A

(normative)

Summary of the tests

Table A.1 – Overview of the required tests for different measurement principles

Evaluation topic	Test clause	Rotary piston	Turbine	Ultrasonic	Coriolis	Electro-magnetic	Thermal mass	Vortex	Variable Area	Others ^b
Zero flow stability	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.5	—	—	x	x	x	x	—	—	x
Maximum measured error	IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Non-linearity	IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.4	x ^a	x ^a	x	x	x	x	x	x	x
Non-conformity	IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hysteresis	IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.6	x	x	—	x	—	x	—	x	x
Non-repeatability	IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total probable error	IEC 62828-5:2019, 7.2	x	x	x	x	x	x	x	—	x
Orientation	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.7	x	x	—	x	—	x	x	—	x
Flow direction	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.8	x	—	x ^c	x	x	x ^c	—	—	x
Flow disturbance	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.11	—	x	x	—	x	x	x	—	x
Working pressure	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.9	x	x	x	x	x	x	x	x ^c	x
Working temperature	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.10	x	x	x	x	x	x	x	x ^c	x
Different fluids	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.15	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pressure loss	IEC 62828-5:2019, 6.2.4.3	x	x	—	x	x ^c	x	x	x	x
Long-term stability / drift	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.12	x	x	x	x	x	x	x	—	x
Drive shaft test (torque)	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.13	x ^c	x ^c	—	—	—	—	—	—	x
Overload flow test	IEC 62828-5:2019, 6.2.3.14	x	x	—	x	x	x	x	x	x
Vibrations and shocks	IEC 62828-5:2019, 6.2.4.2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Interchangeable components	IEC 62828-5:2019, 6.2.5.2	x ^c	x ^c	x ^c	x ^c	x ^c	x ^c	x ^c	x ^c	x
Electronics	IEC 62828-5:2019, 6.2.5.4	x ^a	x ^a	x	x	x	x	x	—	x

^a Necessary, if electronics are included

^b All tests only need to be performed if the device is specified in the documentation for this application.

^c If applicable. These selected evaluation topics should be determined and assessed by flowmeter manufacturer.

NOTE x: applicable, —: not applicable

Annex B (normative)

Calibration of flow transmitters and calibration report

Annex B and Annex C describe in a basic form the calibration procedure for flowmeters. Annex B outlines the normative prerequisites for a calibration.

References are ISO 4185 and ISO 17025.

The primary goal of a calibration is to quantify the deviation of the device under test (DUT) from the given reference. This procedure does, by definition, not include any adjustment of the DUT.

When an adjustment of the DUT is required, at least part of the procedure as outlined in Clause C.3 shall be repeated to ensure proper adjustment.

In order to ensure a suitable calibration of a flowmeters, the following relevant criteria for the proper selection of calibration bench capabilities shall be observed:

- calibration fluid;
- calibration range of the specific DUT;
- calibration method (see also Clause C.2 and Figure C.1);
- expected measurement uncertainty for the calibrated DUT;
- process condition (i.e. upstream pressure, fluid temperature);
- measurement uncertainty budget of the calibration bench, including a given maximum permissible error (MPE);
- optionally: traceability of the calibration bench to suitable national standards;
- optionally: accreditation of the calibration bench in accordance with ISO 17025 (if the customer's process application demands such level of reliability and traceability).

Annex C (informative)

Information on calibration of flow transmitters and calibration report

C.1 General

Annex B and Annex C describe in a basic form the calibration procedure for flowmeters. Annex C describes the commonly used calibration methods and gives guidelines as to the good engineering practice of performing a calibration.

References are ISO 4185 and ISO 17025.

C.2 Calibration methods

C.2.1 Gravimetric

This measurement principle consists of a steady flow source, a test section of piping holding the device under test (DUT), a flow diverter valve and a collection vessel mounted on a weighing system. The diverter directs the flow either to the collection vessel or to a supply tank.

The measurement is started when steady conditions of pressure, temperature and flow have been reached. Once this has been accomplished, the fluid is diverted into the collection vessel, and a collection start time is measured. When the vessel fills to some prescribed mass, the flow is diverted back to the supply tank and the collection stop time is measured.

Finally, the mass flow rate is determined by dividing the totalized mass of fluid and the collection time.

C.2.2 Volumetric

This method is exemplified by a piston prover. In this system, flow is pumped through the DUT, the connecting pipe and the cylinder fitted with a sealed piston.

The displacement of the piston along the cylinder is measured with a linear encoder, which outputs a pulse for each small increment of piston position. In the piston displacement, a pair of 3-way valves is used to switch the flow, so the piston can continuously move back and forth through the cylinder, giving a flow measurement for each stroke. It is also the case for a one-way flow direction version of this system. The volumetric flow rate is calculated by the product of the piston velocity and the inner cross-sectional area of the cylinder.

All this is applicable also for other volumetric references, such as pipe or ball provers, etc.

C.2.3 Master meter

This method is suitable when a flowmeter and/or the user application does not demand the highest accuracy that is provided by gravimetric and/or volumetric primary standards.

The master meter consists of a flowmeter (higher accuracy type flowmeter compared to DUT), which provides not only linearity and repeatability, but also excellent reproducibility, as well as ensuring low levels of influence resulting from process conditions.

The calibration process is basically done by comparing the measurand given by the DUT with the reference device.

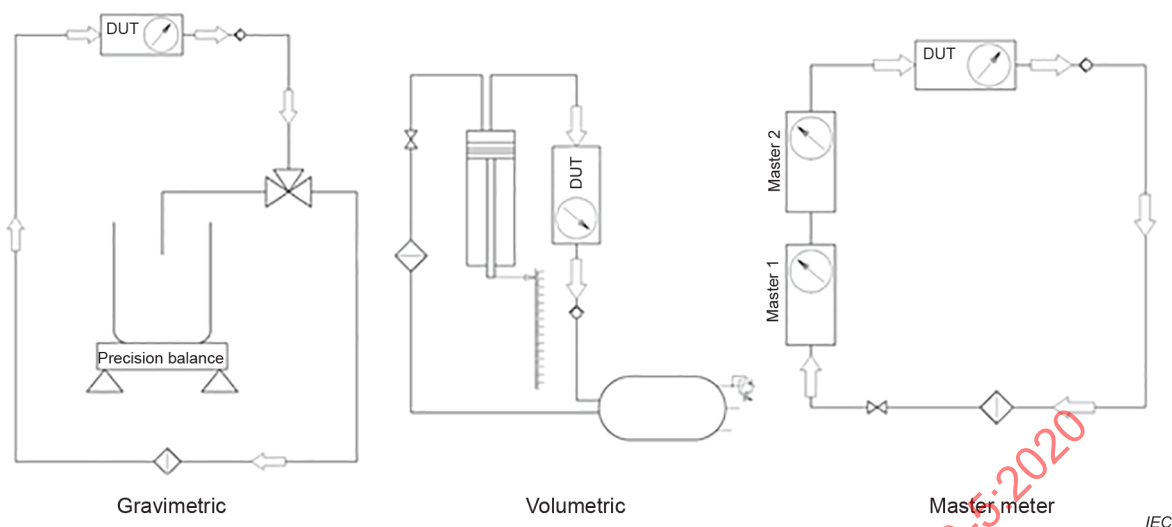


Figure C.1 – Example of calibration methods

C.3 Calibration procedure

C.3.1 Setup before calibration run

Optical inspection of the DUT's actual condition, before it is mounted on the calibration line:

- integrity of sensor/transmitter housing;
- cleanliness of measuring pipe;
- availability of all necessary cables and adapters;
- note relevant ID number (i.e. serial number) and calibration factor(s) of DUT for appropriate data recording;
- if the DUT is marked by an arrow (→) indicating the preferred flow direction, ensure the correct installation in the calibration line;
- mount the DUT in the calibration line with the corresponding pipe fittings (i.e. flange type, reducers, expanders, etc.);
- to avoid distorted fluid velocity profiles that can affect the determination of the measurand, verify that the upstream and downstream lengths of the calibration line are in accordance with the installation practice concerning the DUT;
- ambient process conditions shall be within with the DUT's specifications;
- connect the DUT to the corresponding power supply;
- connect the DUT output signal module to the calibration bench via the selected communication interface;
- fill the calibration line with the test fluid;

NOTE 1 If dealing with liquid fluid, ensure sufficient pressure upstream of DUT, in order to avoid cavitation when calibrating with liquids.

- purge the air from the calibration line, in order to prevent air entrapment/two-phase flow during the calibration that can significantly affect the measurement results;

NOTE 2 If dealing with gas flow ensure that humidity is removed from the system, or at least to a minimum permissible level.

- before calibration, it is necessary to stop the flow, either by shutting the pumping system, or closing upstream/downstream valves as applicable, and to conduct the zero adjustment. After the zero adjustment, span adjustment should be undertaken on the transmitter;

- if the DUT has not been settled on zero value after the zero adjustment, the DUT requires a zero-offset correction before calibration in order to be adjusted to zero.

The duration time for a zero-offset correction, as well as the correct procedure shall be provided by the manufacturer of the DUT.

C.3.2 Calibration run

The primary goal of below procedure is to quantify the deviation of the DUT from the given reference. This procedure does, by definition, not include any adjustment of the DUT.

When an adjustment of the DUT is required, at least part of below procedure shall be repeated to ensure proper adjustment.

- The following conditions are to be defined:
 - a) number and distribution of flow rates,
 - b) number of repetitions for each flow rate.The selected flow rates shall not exceed the measuring range of the DUT as specified by the manufacturer. See also Clause C.4.
- Define the sequence in which each flow rate is set.
- Set calibration bench to the first flow range of the chosen sequence.
- Start the calibration routine.
- Once the calibration routine ends, the operator/calibration bench calculates the relative error of the DUT. These parameters values shall be issued in the calibration report.
- If more than one repetition of the flow rate is required, restart the calibration routine accordingly.
- If more than one flow rate is required, set the calibration bench to the next flow rate of the chosen sequence and repeat calibration routine accordingly.
- Record all relevant data to issue a "calibration report (without adjustment)".
- If the DUT requires an adjustment, a new calibration factor shall be written into the DUT's transmitter's electronics/software. The procedure shall be defined by the manufacturer.
If the original calibration factor is marked on the DUT itself, this marking has to be updated to reflect the new calibration factor.
- Repeat at least a sub-set of the above calibration routine as appropriate to ensure proper adjustment.
- Record all relevant data to issue a "calibration report with adjustment".

C.3.3 After calibration run

- Drain the calibration line.
- Disconnect the DUT from the calibration bench.
- Dismount the DUT from the calibration line.
- Optionally: clean any calibration fluid residue from the DUT sensor.

C.4 Guideline for choosing appropriate rates

Typically, the maximum span of flow rates during a calibration will be determined by the technical capability of the calibration bench.

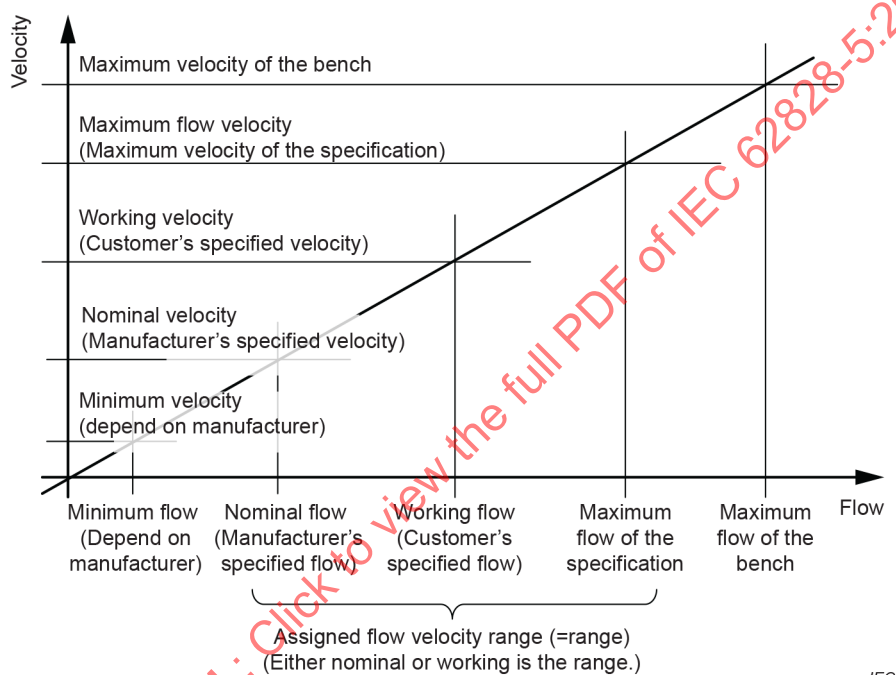
If the calibration bench has an ISO 17025 accreditation, the actual accredited range of the calibration bench can be smaller than the technical capability. If a traceable calibration is required, flow ranges can only be chosen within the scope of the accredited range.

Depending on the flow meter technology of the DUT, there will be technical limitations as to the minimum and maximum flow rate of the device. Consult the manufacturer's documentation for specific information.

Considering these restrictions, the chosen flow ranges for the calibration routine shall ideally cover the full working range as per the user's application.

If the flowmeters technology of the DUT has a well-established linear behaviour, the chosen flow rates can be spread equally across the calibration range.

If the flowmeters technology of the DUT is nonlinear in behaviour, the flow rates should be chosen accordingly.



IEC

Figure C.2 – Example of the calibration/test flow

Annex D (informative)

Relationship between typical flow transmitter and normative references

Table D.1 – Relationship between typical flow transmitter and normative references

Preferred name		Code	Normative references listed in Clause 2	
Mass flow transmitter	Coriolis mass flow transmitter	ABA763	ISO 10790	Measurement of fluid flow in closed conduits - Guidance to the selection installation and use of Coriolis meters (mass flow, density and volume flow measurements)
	Thermal mass flow transmitter	ABA764	ISO 14511	Measurement of fluid flow in closed conduits - Thermal mass flowmeters
	Sonic nozzle mass flow transmitter (critical flow nozzle, critical flow venturi)]	ABC566	ISO 5167	Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full Part 3: Nozzles and Venturi nozzles
Pressure-type flow transmitter	Differential pressure flow transmitter	ABA767	ISO 2186	Fluid flow in closed conduits - Connections for pressure signal transmissions between primary and secondary elements
			ISO 5167	Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full
			ISO 3966	Measurement of fluid flow in closed conduits - Velocity area method using Pitot static tubes
			ISO 9300	Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles
	Force-balance flow transmitter	ABA774	ISO 3354	Measurement of clean water flow in closed conduits - Velocity-area method using current-meters in full conduits and under regular flow conditions
Velocity flow transmitter	Electromagnetic flow transmitter	ABA792	ISO 6817	Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Method using electromagnetic flowmeters
			ISO 13359	Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Flanged electromagnetic flowmeters - Overall length
	Rotating element flow transmitter	ABA794	ISO 9951	Measurement of gas flow in closed conduits - Turbine meters
	Ultrasonic flow transmitter	ABA801	IEC 61685	Ultrasonics - Flow measurement systems - Flow test object
			ISO 17089	Measurement of fluid flow in closed conduits - Ultrasonic meters for gas
			ISO 12242	Measurement of fluid flow in closed conduits - Ultrasonic transit-time meters for liquid
	Vortex flow transmitter	ABA802	ISO 12764	Measurement of fluid flow in closed conduits - Flowrate measurement by means of vortex shedding flowmeters inserted in circular cross-section conduits running full

Source: IEC 61987-12, flow transmitter ABA761

Annex E

(informative)

Cautions and notes for the acceptance tests on the site or at the factory

E.1 General

Because there are some differences in the reference conditions between the manufacturer's routine tests and the site/factory acceptance tests, after the flow transmitters are installed on the site or in the factory, the acceptance tests will be conducted as the assessment for the system including the flow transmitters. The content of Annex B and Annex C shall be well considered so as to evaluate it correctly.

In addition to the items here, the conditions and notes mentioned in the manufacturer's instruction manuals shall be referred to.

E.2 Cautions and notes

E.2.1 Power supply for flow transmitters, pump and the flow generating unit

Check the stability of the power supply voltage condition (for example, no rush, no sudden change).

E.2.2 Flow condition

Check the proper flow condition near the flow transmitters. In many cases, the flow is generated by using the pump capacity (power or rotation), which brings some errors, and the flow is ideal just after the pump. Since some reducing portions such as the valve and some branches exist in the pipeline, there is a difference between the proper flow and the ideal flow. If there is no means to know the proper flow near the flow transmitter, it is better to check the proper power supply voltage for the pump to know whether the ideal flow is generated or not.

Since some reducing portions such as the valve and some branches exist in the pipeline, or since the flow may be changed according to the head pressure, there is a difference between the proper flow and the ideal flow. If there is no means to know the proper flow near the flow transmitter, it is better to check the proper power supply voltage for the pump to know whether the ideal flow is generated or not.

E.2.3 Temperature of the measurand

Check the proper temperature of the measurand near the flow transmitter. Generally, there is the overshoot value compared against the controlling value. If the overshoot temperature exceeds the material's specification, it will affect the material properties more than expected for any short-term exposition.

E.2.4 Material selection

Check the properties of the measurand, especially the liquid, not only for solvent but also for the ingredients. Acid and alkaline influence the material as a function of concentration and temperature. The ingredients, such as a ferrous oxide coming from the iron rust or copper from the thermal exchange bench, can damage some kinds of elastomer used in the flowmeter and valve liner or the gasket. Since the manufacturer of the flow transmitters cannot get the detail of the measurand property correctly to select the material in advance, the end user or the system integrator has the responsibility to select the correct compatible materials.

E.2.5 Accuracy comparing with the other value

E.2.5.1 General

Generally, the flow transmitter is calibrated in accordance with the routine test under the manufacturer's conditions by using the manufacturer's test bench. This accuracy is called the "manufacturer shipping accuracy".

E.2.5.2 Accuracy comparing with the site and factory

When the end user compares the flow transmitter's output value and measured value, which they think is the "true value", there is the possibility that both values indicate different values. One reason is that both values include the uncertainty and the deviations, which are based on the different conditions between the manufacturer and the site. The other reason is that both values are measured under different flow conditions.

Therefore, the value of the flow transmitter needs to consider the reason why it differs from the other measured value.

E.2.5.3 Accuracy comparing with a third party's bench

When the end user recalibrates the flow transmitter on a third party's bench, there is the possibility that the manufacturer's bench result and a third party's bench show different readings. This deviation depends on the uncertainty for the bench's equipment, such as the master meter, the level/pressure/temperature/weight gauge, the valve/paddle, the pool/tank and the counter/output signal and so on.

Therefore, the value of the flow transmitter needs to consider why it differs from the third party's value.

E.2.5.4 Accuracy comparing with the dual flow transmitters

When dual flow transmitters are installed in the same pipeline nearby successively mutually, there is the possibility that both transmitters indicate the different value. As mentioned above, each flow transmitter has its own accuracy value, and the flow conditions are different from upstream and downstream.

Therefore, if a dual flow transmitter is used on a pipeline, comparison of the readings shall be avoided.

Bibliography

IEC TS 62720:2013, *Identification of units of measurement for computer-based processing*

IEC 61685:2001, *Ultrasonics – Flow measurement systems – Flow test object*

ISO 2186:2007, *Fluid flow in closed conduits – Connections for pressure signal transmissions between primary and secondary elements*

ISO 3354:2008, *Measurement of clean water flow in closed conduits – Velocity-area method using current-meters in full conduits and under regular flow conditions*

ISO 3966:2008, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity area method using Pitot static tubes*

ISO 4006:1991, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Vocabulary and symbols*

ISO 4064 (all parts), *Water meters for cold potable water and hot water*

ISO 5167 (all parts), *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full*

ISO 5168:2005, *Measurement of fluid flow – Procedures for the evaluation of uncertainties*

ISO 6817:1992, *Measurement of conductive liquid flow in closed conduits – Method using electromagnetic flowmeters*

ISO 7278-1:1987, *Liquid hydrocarbons – Dynamic measurement – Proving systems for volumetric meters*

ISO 7194:2008, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity-area methods of flow measurement in swirling or asymmetric flow conditions in circular ducts by means of current-meters or Pitot static tubes*

ISO 8316:1987, *Measurement of liquid flow in closed conduits – Method by collection of the liquid in a volumetric tank*

ISO 9104:1991, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Methods of evaluating the performance of electromagnetic flow-meters for liquids*

ISO 9300:2005, *Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles*

ISO 9951:1993, *Measurement of gas flow in closed conduits – Turbine meters*

ISO 10790:1999, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Guidance to the selection, installation and use of Coriolis meters (mass flow, density and volume flow measurements)*

ISO 11631:1998, *Measurement of fluid flow – Methods of specifying flowmeter performance*

ISO 12242:2012, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic transit-time meters for liquid*

ISO 12764:2017, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Flowrate measurement by means of vortex shedding flowmeters inserted in circular cross-section conduits running full*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

ISO 13359:1998, *Measurement of conductive liquid flow in closed conduits – Flanged electromagnetic flowmeters – Overall length*

ISO 14511:2001, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Thermal mass flowmeters*

ISO 17089 (all parts), *Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas*

Calibration Handbook of Measuring Instruments, A. Brunelli, ISA Editor – USA, 2017

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
INTRODUCTION.....	40
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	42
3.1 Termes relatifs aux transmetteurs de débit	43
3.2 Termes relatifs à la vitesse d'écoulement.....	44
3.3 Référence au Dictionnaire de données communes de l'IEC (CDD)	45
4 Description générale du dispositif	45
4.1 Généralités	45
4.2 Débitmètres à pression différentielle	45
4.3 Débitmètres de vitesse	46
4.4 Débitmètres volumétriques.....	46
4.5 Débitmètres massiques.....	46
5 Conditions d'essai et conditions de service de référence	46
6 Procédures d'essai	46
6.1 Généralités	46
6.2 Essais aux conditions d'essais de référence normalisées et de fonctionnement	46
6.2.1 Exigences générales	46
6.2.2 Exigences avec différents fluides d'essai.....	47
6.2.3 Exactitude et facteurs associés	49
6.2.4 Comportement dynamique.....	55
6.2.5 Comportement statique.....	56
6.3 Essais de type aux conditions d'essais de fonctionnement.....	57
6.4 Essai individuel de série.....	57
6.5 Essais de réception, d'intégration et de maintenance des transmetteurs de débit	57
7 Documentation	58
7.1 Documentation des résultats d'essai.....	58
7.2 Détermination de l'erreur probable totale (TPE)	58
7.3 Exemples d'estimation de la TPE des transmetteurs de débit.....	59
Annexe A (normative) Récapitulatif des essais	60
Annexe B (normative) Etalonnage des transmetteurs de débit et rapport d'étalonnage.....	61
Annexe C (informative) Informations relatives à l'étalonnage des transmetteurs de débit et rapport d'étalonnage	62
C.1 Généralités	62
C.2 Méthode d'étalonnage.....	62
C.2.1 Gravimétrie.....	62
C.2.2 Volumétrie	62
C.2.3 Compteur général.....	62
C.3 Procédure d'étalonnage	63
C.3.1 Montage avant la session d'étalonnage	63
C.3.2 Session d'étalonnage.....	64
C.3.3 Après la session d'étalonnage	64
C.4 Lignes directrices pour le choix de débits appropriés	65

Annexe D (informative) Relations entre un transmetteur de débit classique et les références normatives	66
Annexe E (informative) Avertissements et notes relatifs aux essais de réception sur site ou en usine	67
E.1 Généralités	67
E.2 Avertissements et notes	67
E.2.1 Alimentation des transmetteurs de débit, de la pompe et de l'unité de génération de débit	67
E.2.2 Condition de débit	67
E.2.3 Température du mesurande	67
E.2.4 Choix du matériau	68
E.2.5 Comparaison de l'exactitude avec l'autre valeur	68
Bibliographie	69
Figure C.1 – Exemple de méthodes d'étalonnage	63
Figure C.2 – Exemple de débit d'étalonnage/d'essai	65
Tableau 1 – Exigences de stabilité pendant le mesurage	47
Tableau 2 – Conditions de référence pour la détermination de la TPE	58
Tableau A.1 – Aperçu des essais exigés pour différents principes de mesure	60
Tableau D.1 – Relations entre un transmetteur de débit classique et les références normatives	66

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDITIONS DE REFERENCE ET PROCEDURES POUR L'ESSAI DES TRANSMETTEURS DE MESURE INDUSTRIELS ET DE PROCESSUS –

Partie 5: Procédures spécifiques pour les transmetteurs de débit

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 62828-5 a été établie par le Sous-comité 65B: Équipements de mesure et de contrôle-commande, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La série IEC 62828 annule et remplace la série IEC 60770 et propose des révisions pour la série IEC 61298.

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

FDIS	Rapport de vote
65B/1179/FDIS	65B/1181/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.

Cette Norme Internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62828-1:2017.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62828, publiées sous le titre général *Conditions de référence et procédures pour l'essai des transmetteurs de mesure industriels et de processus*, peut être consultée 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 "<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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

INTRODUCTION

La plupart des normes IEC actuelles relatives aux transmetteurs de mesure industriels sont assez anciennes. Elles ont été développées pour des dispositifs reposant sur des technologies analogiques. Les transmetteurs numériques de mesure industriels et de processus d'aujourd'hui sont très différents de ces transmetteurs analogiques: ils comprennent un plus grand nombre de fonctions et de nouvelles interfaces, tant en ce qui concerne la section de calcul (numérique principalement) que la section de mesure (mécanique principalement). Même s'il existe déjà des normes traitant des transmetteurs numériques, elles ne sont pas suffisantes, puisque certains aspects de leurs performances ne sont pas couverts par des méthodes d'essais appropriées.

De plus, les normes d'essai IEC existantes relatives aux transmetteurs de mesure industriels et de processus ont été réparties sur de nombreux documents, ce qui rendait difficile, peu pratique et long pour les fabricants et les utilisateurs d'identifier et de sélectionner toutes les normes à appliquer à un dispositif de mesure d'une grandeur de processus spécifique (pression, température, niveau, débit, etc.).

Afin d'aider les fabricants et les utilisateurs, il a été décidé de revoir, compléter et réorganiser les normes IEC existantes relatives aux transmetteurs de mesure industriels et de processus, et de créer une série de normes plus adaptées, efficaces et exhaustives, fournissant de manière systématique toutes les spécifications nécessaires et tous les essais nécessaires pour les différents transmetteurs de mesure industriels et de processus.

Pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus et d'offrir une valeur ajoutée aux parties prenantes, la nouvelle série de normes sur les transmetteurs de mesure industriels et de processus couvre les principaux aspects suivants:

- références normatives applicables;
- termes et définitions spécifiques;
- configurations et architectures classiques des différents types de transmetteurs industriels et de mesure;
- aspects relatifs au matériel et au logiciel;
- interfaces (avec le processus, l'opérateur, les autres dispositifs de mesure et de commande);
- exigences physiques, mécaniques et électriques et essais associés; définition claire des catégories d'essais: essais de type, essais de réception et essais individuels de série;
- performances (leurs spécifications, essais et vérifications);
- protection de l'environnement, application dans les zones dangereuses, sécurité fonctionnelle, etc.;
- structure de la documentation technique.

Afin de couvrir de manière systématique tous les sujets à traiter, la série de normes est organisée en plusieurs parties. Au moment de la publication du présent document, l'IEC 62828 comprend les parties suivantes:

- IEC 62828-1: *Procédures générales pour tous les types de transmetteurs*
- IEC 62828-2: *Procédures spécifiques pour les transmetteurs de pression*
- IEC 62828-3: *Procédures spécifiques pour les transmetteurs de température*
- IEC 62828-4: *Procédures spécifiques pour les transmetteurs de niveau*
- IEC 62828-5: *Procédures spécifiques pour les transmetteurs de débit*

Lors de la préparation de la série IEC 62828 (toutes les parties), de nombreuses procédures d'essais ont été reprises de la série IEC 61298, en apportant les améliorations nécessaires. La série IEC 61298 s'appliquant à tous les appareils de mesure et commande des processus, une révision de la série IEC 61298 est prévue une fois la série IEC 62828 terminée afin de l'harmoniser avec la série IEC 62828, en prenant de son domaine d'application les transmetteurs de mesure industriels et de processus. Pendant la mise à jour du domaine d'application de l'IEC 61298, la nouvelle série IEC 62828 prévaut pour les transmetteurs de mesure industriels et de processus.

Le retrait de la série IEC 60770 est prévu après la publication de la série IEC 62828.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62828-5:2020

CONDITIONS DE REFERENCE ET PROCEDURES POUR L'ESSAI DES TRANSMETTEURS DE MESURE INDUSTRIELS ET DE PROCESSUS –

Partie 5: Procédures spécifiques pour les transmetteurs de débit

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62828 établit les procédures spécifiques d'essai des transmetteurs de débit utilisés dans les systèmes de mesure et de commande des processus industriels et des systèmes de commande des machines. Pour les procédures d'essais générales, référence doit être faite à l'IEC 62828-1:2017, applicable à tous les types de transmetteurs de mesure industriels et de processus.

Le présent document (avec l'IEC 62828-1:2017) est la norme de référence pour soumettre à essai tous les types de transmetteurs de débit, non seulement pour les liquides, mais également pour les gaz et la vapeur.

Dans le présent document, le terme "transmetteurs industriels de débit" couvre tous les types de transmetteurs de débit utilisés dans les systèmes de mesure et de commande des processus industriels et des machines.

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 62828-1:2017, *Conditions de référence et procédures pour l'essai des transmetteurs de mesure industrielle et de processus – Partie 1: Procédures générales pour tous les types de transmetteurs*

IEC 61987-12, *Mesure et commande dans les processus industriels – Eléments et structures de données dans les catalogues d'équipements de processus – Partie 12: Listes de propriétés (LOP) pour les équipements de mesure de débit pour l'échange électronique de données*

ISO 4185, *Mesure de débit des liquides dans les conduites fermées – Méthode par pesée*

ISO 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 62828-1 ainsi que les 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 <https://www.iso.org/obp/ui/fr/>

3.1 Termes relatifs aux transmetteurs de débit

3.1.1

ajustage

propriétés caractérisant les moyens prévus pour ajuster un dispositif

[SOURCE: Identificateur ABC081 dans le dictionnaire de données communes de l'IEC]

3.1.2

étalonnage

opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir une relation permettant d'obtenir un résultat de mesure à partir d'une indication

Note 1 à l'article: Un étalonnage peut être exprimé sous la forme d'un énoncé, d'une fonction d'étalonnage, d'un schéma d'étalonnage, d'une courbe d'étalonnage ou d'une table d'étalonnage. Dans certains cas, il peut consister en une correction additive ou multiplicative de l'indication avec une incertitude de mesure associée.

Note 2 à l'article: Il convient de ne pas confondre l'étalonnage avec l'ajustage d'un système de mesure, souvent appelé improprement "autoétalonnage", ni avec la vérification de l'étalonnage.

Note 3 à l'article: La seule première étape dans la définition est souvent perçue comme étant l'étalonnage.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.39]

3.1.3

fluide

catégorie générale de gaz, de vapeurs et de liquides, qui sont des substances qui se déforment en permanence sous l'action de la contrainte tangentielle et qui, au repos, ne peuvent pas résister à cette contrainte tangentielle

3.1.4

débit maximal

correspond au mesurande maximal en ce qui concerne le débit $Q_{\max}$, cette valeur $Q_{\max}$ pouvant également être le débit maximal

3.1.5

débit minimal

correspond au mesurande minimal en ce qui concerne le débit $Q_{\min}$, cette valeur $Q_{\min}$ pouvant également être le débit minimal

3.1.6

calibre nominal

étendue d'échelle que l'on obtient pour une position donnée des commandes d'un appareil de mesure

Note 1 à l'article: Le calibre nominal est normalement exprimé par ses limites inférieure et supérieure. Lorsque la limite inférieure est zéro, le calibre nominal est habituellement exprimé par la seule limite supérieure.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-03-14]

3.1.7

perte de pression

différence de pression statique entre l'entrée et la sortie du débitmètre ou du module de débitmètre (composé d'un débitmètre, de tronçons de tube d'entrée/sortie et d'un stabilisateur d'écoulement ou autre dispositif de conditionnement du débit) à appliquer en fonction du débit et de la viscosité

3.1.8

nombre de Reynolds

grandeur sans dimension caractérisant l'écoulement d'un fluide dans une configuration donnée, caractérisée par une longueur spécifiée l , définie par $Re = \rho v l / \eta = v l / \gamma$, où le fluide est décrit par sa masse volumique ρ , sa vitesse v , sa viscosité dynamique η , et sa viscosité cinématique γ

[SOURCE: IEC 60050-113:2011, 113-03-36, modifié – Dans la définition, "grandeur de dimension 1" a été remplacé par "grandeur sans dimension".]

3.1.9

réglage de zéro et de l'intervalle

moyens permettant d'ajuster le zéro et l'intervalle

[SOURCE: IEC 61987, ABA896 modifié]

3.1.10

viscosité

pour un fluide en écoulement laminaire dans la direction x , c'est-à-dire tel que $v_y = v_z = 0$ et $v_x = v_x(z) \geq 0$, où x, y, z sont des coordonnées cartésiennes, grandeur scalaire caractérisant le frottement interne

Note 1 à l'article: L'unité SI cohérente de viscosité dynamique est le pascal seconde, Pa s.

[SOURCE: IEC 60050-113:2011, 113-03-34, modifié – La fin de la définition a été omise.]

3.1.11

fluctuations de tension

suite de variations de tension ou variation permanente de la valeur efficace ou de la valeur de crête d'une tension

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-05, modifié – La note a été omise.]

3.2 Termes relatifs à la vitesse d'écoulement

3.2.1

plage assignée de vitesse d'écoulement

propriétés caractérisant une plage de vitesses d'écoulement configurée en usine

[SOURCE: IEC 61987, ABD493]

3.2.2

vitesse maximale d'écoulement

vitesse d'écoulement la plus élevée pour laquelle un dispositif est conçu ou doit être conçu pour fonctionner dans ses limites spécifiées

[SOURCE: IEC 61987, ABF560]

3.2.3

intervalle minimal pour la vitesse d'écoulement

différence entre la plage supérieure et inférieure des vitesses d'écoulement pour laquelle un instrument de mesure de vitesse d'écoulement est réglé

[SOURCE: IEC 61987, ABD435]

3.2.4

effet de stockage en conduite

incidence d'incertitude due à la compressibilité et au retard aux pression et température d'écoulement dans les canalisations

Note 1 à l'article: Une canalisation, en particulier dans l'industrie du pétrole et du gaz, permet de transporter du gaz naturel sur de longues distances et peut également être utilisée pour stocker ce gaz avant et pendant le transport. Il est à noter que la compressibilité du gaz permet son stockage temporaire dans des canalisations. Cette technique est appelée "stockage en conduite", c'est-à-dire qu'il s'agit d'une méthode utilisée pour assurer un stockage de courte durée du gaz, le gaz naturel étant comprimé dans les lignes de transmission, fournissant une quantité supplémentaire de gaz pour satisfaire une pointe de consommation limitée.

3.3 Référence au Dictionnaire de données communes de l'IEC (CDD)

Le dictionnaire de données communes de l'IEC (CDD) contient une classification des dispositifs de mesure avec des listes de propriétés des types d'appareils les plus souvent utilisés en pratique. Ces propriétés peuvent être utilisées pour décrire les performances d'un dispositif, l'effet de certaines grandeurs ayant un impact sur ses performances, ainsi que les normes de référence en fonction desquelles il a été soumis à essai et les résultats d'essai.

Chaque propriété est associée à un identifiant unique (ABB551, par exemple) mentionné dans le présent document, le cas échéant. En entrant les propriétés appropriées dans les listes de propriété, les parties intéressées peuvent échanger les résultats d'essai de manière électronique. Le CDD est disponible à l'adresse suivante: <http://std.iec.ch/cdd/iec61987/cdddev.nsf>.

Les différents dispositifs de mesure sont disponibles dans le domaine "Process automation (série IEC 61987)", ABA000 – Equipment for industrial-process automation, ABV000 – Characterization, ABA001 – Measuring Instruments. Le dispositif est également caractérisé dans l'IEC 61987-11.

4 Description générale du dispositif

4.1 Généralités

Compte tenu des nombreux types classifiés et nombreuses caractéristiques des transmetteurs de débit, des informations détaillées relatives au type et aux fonctions des transmetteurs de débit peuvent être consultées dans l'IEC 61987-12 (voir le transmetteur de mesure de processus (PMT) de débit). Le Tableau D.1 de l'Annexe D récapitule le PMT de débit décrit dans l'IEC 61987-12.

4.2 Débitmètres à pression différentielle

Tous les débitmètres qui utilisent la pression différentielle pour calculer le débit, c'est-à-dire les tubes Venturi, les trompes de Venturi, les diaphragmes de mesure, les embouts, les tubes Pitot. Ces compteurs canalisent le débit dans le tuyau à l'aide d'une forme d'élément primaire.

La relation entre la pression différentielle mesurée et le débit est fonction:

- de l'emplacement du robinet,
- de la conception de l'élément primaire,
- des canalisations en amont et en aval, et
- du coefficient de débit, qui réduit le plus possible les effets du débit réel par rapport au débit calculé en théorie.

La sortie des débitmètres est la vitesse d'écoulement, laquelle est proportionnelle à la racine carrée de la pression différentielle divisée par la masse volumique du fluide.

4.3 Débitmètres de vitesse

Tous les débitmètres dans lesquels la vitesse du fluide à l'intérieur du compteur est la base de calcul, c'est-à-dire les débitmètres à turbine, électromagnétiques, à tourbillon, à ultrasons, à section variable.

La sortie des débitmètres est proportionnelle à la vitesse d'écoulement et à la section du tuyau. La relation entre la variation de vitesse et le débit est à peu près linéaire.

4.4 Débitmètres volumétriques

Tous les débitmètres dont la sortie correspond directement à un certain volume de fluide circulant à l'intérieur du débitmètre, c'est-à-dire un compteur à déplacement.

La sortie des débitmètres est proportionnelle au volume déplacé.

4.5 Débitmètres massiques

Inclut tous les débitmètres dont la sortie correspond directement à une certaine masse de fluide circulant à l'intérieur du débitmètre, c'est-à-dire les débitmètres massiques de Coriolis, les débitmètres à masse thermique.

5 Conditions d'essai et conditions de service de référence

L'article correspondant de l'IEC 62828-1:2017 s'applique en totalité, tant pour les conditions d'essai que pour les conditions de service.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

L'Article 6 de l'IEC 62828-1:2017 s'applique, avec les exigences supplémentaires suivantes, applicables à tous les fluides: liquide, gaz et vapeur.

Il existe plusieurs méthodes d'étalonnage et d'essai du débit: l'une d'elles consiste à procéder à une comparaison par rapport à un débitmètre. Pour des mesurages plus précis, des méthodes primaires telles que la méthode gravimétrique ou les références à la pression ou au volume doivent être préférées.

Le Tableau A.1 de l'Annexe A récapitule tous les essais pour les différents principes de mesure aux conditions de référence et de service.

L'Annexe B et l'Annexe C décrivent les méthodes et exigences d'étalonnage et de vérification des transmetteurs de débit, ainsi que la préparation d'un rapport d'essai.

Les essais de réception sont en général définis et font l'objet d'un accord spécifique entre le fabricant et l'utilisateur, conformément à l'Annexe E. Néanmoins, tous les essais du présent document peuvent également servir de base pour tous les essais de réception.

6.2 Essais aux conditions d'essais de référence normalisées et de fonctionnement

6.2.1 Exigences générales

Pour la majorité des essais réalisés sur chaque type de transmetteurs de débit, l'article correspondant de l'IEC 62828-1:2017 s'applique, en particulier:

- l'Annexe B de l'IEC 62828-1:2017 pour le récapitulatif des essais aux conditions de référence normalisées, et
- l'Annexe C de l'IEC 62828-1:2017 pour le récapitulatif des essais aux conditions de référence ambiantes.

Tous les essais doivent être réalisés dans les conditions d'installation (section droite du tuyau en amont et en aval du transmetteur de débit, fluidifiants, etc.) stipulées par le fournisseur du type de transmetteur de débit à soumettre à essai.

Pendant les essais, des corrections doivent être apportées aux différences de température et de pression entre le transmetteur de débit en essai et la norme de référence. Sinon, ces différences doivent être prises en considération dans les calculs d'incertitude.

La température et la pression doivent être mesurées à une position représentative du transmetteur de débit en essai et sur le compteur normalisé de référence.

Après avoir établi ou plombé le transmetteur de débit de référence et le transmetteur de débit soumis à essai sur la partie indiquée de l'installation, le mesurande est injecté dans les accessoires de plomberie ou de tuyauterie.

Si le mesurande est un liquide, l'installation a besoin d'un système de purge d'air au point haut de la ligne, afin de libérer les vapeurs piégées et d'injecter le mesurande dans les accessoires de plomberie ou de tuyauterie. Avant de procéder à l'essai, confirmer l'état des accessoires de plomberie ou de tuyauterie pour des sources supplémentaires éventuelles qui peuvent introduire des erreurs (des vibrations ou une fuite, par exemple). Si l'état exige d'être modifié, il doit l'être. Selon le principe de mesure, d'autres propriétés du fluide d'essai (masse volumique, viscosité, conductivité, par exemple) qui peuvent avoir un impact significatif sur le comportement du transmetteur de débit doivent être prises en considération dans les procédures d'essai.

Sauf indication contraire dans le document relatif à l'examen d'incertitude du banc d'essai, les exigences de stabilité présentées dans le Tableau 1 doivent être satisfaites.

Tableau 1 – Exigences de stabilité pendant le mesurage

	Pour les gaz	Pour les liquides
Stabilité du débit instantané	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$
Dérive de pression du milieu statique	$\leq 0,2 \%$ dans les 100 s	$\leq 5 \%$ dans les 100 s
Plage de températures du milieu pour l'essai d'inexactitude	10 °C à 40 °C	10 °C à 40 °C
Dérive de température du milieu pendant le mesurage du débit d'essai seul	$\leq 0,2 \text{ K}$	$\leq 0,5 \text{ K}$
Dérive de température du milieu sur l'ensemble des essais	$\leq 2 \text{ K}$	$\leq 5 \text{ K}$
NOTE Des variations de pression plus importantes sont admises si l'effet de stockage en conduite (voir 3.2.4) est corrigé, et si l'examen d'incertitude de l'installation d'essai montre que les exigences ci-dessus ont été satisfaites.		

Si ces conditions ne sont pas satisfaites pendant le mesurage d'un point d'essai, le résultat de mesure doit être rejeté et le mesurage doit être répété.

De plus, les essais spécifiques de 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5 s'appliquent aux transmetteurs de débit.

6.2.2 Exigences avec différents fluides d'essai

6.2.2.1 Gaz d'essai (s'applique aux transmetteurs de débit de gaz uniquement)

a) Gaz exigés pour les essais d'évaluation de type

Tous les essais peuvent être réalisés avec de l'air ou d'autres gaz comme spécifiés par le fabricant dans les conditions de fonctionnement assignées indiquées à l'Article 5. Pour les essais de température, il est important que le gaz soit sec.

Les transmetteurs de débit destinés à mesurer différents gaz doivent être évalués avec les gaz spécifiés par le fabricant.

b) Evaluation pour l'utilisation d'un gaz d'essai alternatif pendant la vérification

Si les transmetteurs de débit doivent être vérifiés (vérification initiale ou subséquente) avec de l'air, l'essai d'évaluation de type indiqué en 6.2.3.15 doit inclure l'air.

Si les transmetteurs de débit doivent être vérifiés avec un type de gaz différent de celui utilisé dans les conditions de fonctionnement, l'essai d'évaluation de type indiqué en 6.2.3.15 doit inclure ce type de gaz.

Dans les deux cas, les différences maximales entre les courbes d'erreur du gaz d'essai prévu et du gaz utilisé sont calculées, et la nécessité d'utiliser des facteurs de correction lors de l'essai de vérification est établie comme suit:

- Si ces différences restent dans les limites de 1/3 de l'incertitude de mesure de l'inexactitude établie, la vérification initiale ou subséquente peut être réalisée avec le gaz alternatif.
- Si ces différences dépassent 1/3 de l'incertitude de mesure de l'inexactitude établie, la vérification initiale ou subséquente peut uniquement être réalisée avec le gaz alternatif si une correction des différences est appliquée.

Le fait de pouvoir réaliser la vérification initiale ou subséquente avec de l'air (ou d'autres gaz) et de devoir appliquer des facteurs de correction doit être documenté.

6.2.2.2 Liquides d'essai (s'appliquent aux transmetteurs de débit de liquide uniquement)

a) Liquides exigés pour les évaluations d'essai de type

Tous les essais peuvent être réalisés avec de l'eau ou d'autres liquides comme spécifiés par le fabricant dans les conditions de fonctionnement assignées indiquées à l'Article 5.

Les transmetteurs de débit destinés à mesurer différents liquides doivent être soumis à essai avec les liquides spécifiés par le fabricant.

Etant donné que la viscosité et la masse volumique du fluide peuvent avoir un impact sur les performances du transmetteur de débit, ces valeurs doivent être surveillées, directement ou indirectement, pendant les essais et doivent être documentées.

Si les transmetteurs de débit doivent être vérifiés avec des liquides d'essai différents de celui qui est spécifié, les différences maximales entre les caractéristiques du compteur avec le liquide d'essai prévu et le liquide utilisé sont calculées, et la nécessité d'utiliser des facteurs de correction pendant l'essai de vérification est établie comme suit:

- Si ces différences restent dans les limites de 1/3 de l'incertitude de mesure de l'inexactitude établie, la vérification initiale ou subséquente peut être réalisée avec le liquide alternatif.
- Si ces différences dépassent 1/3 de l'incertitude de mesure de l'inexactitude établie, la vérification initiale ou subséquente peut uniquement être réalisée avec le liquide alternatif si une correction adaptée des différences est appliquée. Cette correction et son incertitude doivent être documentées.

b) Remplissage complet du système de mesure

Le transmetteur de débit et la tuyauterie entre le transmetteur et les autres composants du banc d'essai doivent rester remplis de liquide pendant le mesurage et les périodes d'arrêt.

c) Elimination de l'air ou des gaz

Les systèmes de mesure doivent intégrer un dispositif d'élimination des gaz pour évacuer correctement l'air ou les gaz non dissous que peut contenir le liquide avant son entrée dans le transmetteur de débit. Les dispositifs d'élimination des gaz doivent être installés selon les instructions du fabricant.

En l'absence de prise d'air et de libération de gaz dans le liquide en amont du transmetteur de débit, un dispositif d'élimination des gaz n'est pas exigé.

d) Mécanismes de commande et de fermeture

Si les conditions d'alimentation peuvent générer un risque de pression ou débit de surcharge dans la tuyauterie au niveau du transmetteur de débit, il convient de prévoir un dispositif limiteur de débit. Il est nécessaire d'installer ce dispositif à l'aval du transmetteur. Ce dispositif doit permettre d'isoler le transmetteur de débit de la boucle d'essai.

6.2.2.3 Vapeur d'essai (s'applique aux transmetteurs de débit de vapeur uniquement)

Etant donné que la vapeur ne peut être classée ni parmi les gaz ni parmi les liquides, des procédures d'essai particulières sont exigées pour vérifier les spécifications d'un transmetteur de débit pour les applications à vapeur.

Il existe trois états de vapeur:

- la vapeur humide;
- la vapeur saturée;
- la vapeur surchauffée.

Compte tenu du manque de bancs d'essai pour la vapeur, il est acceptable de procéder aux essais avec un gaz sec/de l'eau. Dans ces cas, il est nécessaire d'ajouter les incidences d'incertitude à l'erreur de mesure. En particulier, les influences de la température, de la pression et de l'humidité de vapeur doivent être prises en considération.

Etant donné que les transmetteurs de débit dans les applications à vapeur sont utilisés pour mesurer le contenu énergétique utilisable, le fait que l'humidité de vapeur variable ait un impact significatif sur les mesures du contenu énergétique doit faire l'objet d'une attention particulière.

6.2.3 Exactitude et facteurs associés

6.2.3.1 Exigences générales

Les facteurs relatifs à l'exactitude doivent être déterminés selon l'IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.

Au départ, un signal d'entrée (débit) égal au débit maximal ($Q_{\max}$, voir l'Annexe C et la Figure C.2) est généré, et la valeur des signaux d'entrée et de sortie correspondants est notée après une période de stabilisation suffisante (obtention d'un état stable, par exemple). Ensuite, le signal d'entrée est lentement diminué (la vitesse variant en fonction du DUT) pour atteindre le point d'essai suivant. Après une période de stabilisation suffisante, la valeur des signaux d'entrée et de sortie correspondants est de nouveau enregistrée.

L'opération est répétée pour toutes les valeurs prédéterminées jusqu'à la valeur de la plage inférieure de l'intervalle d'entrée. Une fois les mesurages effectués à ce point, le signal d'entrée est lentement élevé, sans aucun dépassement, jusqu'à la valeur d'essai directement à la valeur de la plage inférieure, puis à toutes les autres valeurs à tour de rôle, jusqu'à 100 % de l'intervalle d'entrée, achevant ainsi le cycle de mesurage.

6.2.3.2 Traitement des valeurs mesurées

Les différences entre les valeurs du signal de sortie obtenues aux différents points d'essai pour chaque traversée ascendante et descendante et les valeurs idéales correspondantes sont enregistrées, et leurs différences algébriques sont consignées comme erreurs mesurées.

Si elles diffèrent des exigences de l'IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4, les erreurs doivent en général être exprimées en pourcentage de la valeur mesurée.

6.2.3.3 Non-répétabilité

La non-répétabilité doit être calculée selon la procédure décrite dans l'IEC 62828-1:2017, 6.2.2.4.7. La non-répétabilité à chaque débit doit être déterminée.

Pour les transmetteurs de débit destinés à être utilisés à des pressions élevées, cet essai peut être réalisé à la pression de service la plus basse.

6.2.3.4 Durée d'un mesurage

Un mesurage (un seul débit) doit durer suffisamment longtemps pour réduire à des proportions négligeables les effets des processus et affichages aléatoires avec résolution limitée. La durée d'un mesurage (un seul débit), son résultat et l'incertitude expérimentale de la valeur mesurée doivent être consignés.

6.2.3.5 Stabilité de débit nulle

La procédure d'essai doit inclure au moins les éléments suivants:

- pendant la procédure d'essai, le débit doit être absolument nul;
- la pression et la température du fluide doivent être homogènes et stables;
- un mesurage doit durer suffisamment longtemps pour réduire à des proportions négligeables les effets des processus et affichages aléatoires avec résolution limitée;
- les propriétés du fluide d'essai et les conditions d'essai doivent être documentées.

6.2.3.6 Débits

La caractéristique entrée-sortie doit être mesurée dans un cycle de mesurage, sur l'ensemble de l'étendue et dans chaque direction. Les débits auxquels il est nécessaire de déterminer les erreurs du transmetteur de débit doivent être répartis sur l'étendue de mesure aux intervalles indiqués dans l'IEC 62828-1:2017, Tableau 6, ou comme indiqué ci-dessous.

Le nombre entier minimal (N) de points d'essai, compris entre $i = 1$ et $i = N$, peut être calculé comme suit:

$$N = 1 + 4 \log \left(\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \right) \quad |Q_{\min} \neq 0|$$

N doit être arrondi à l'entier le plus proche.

La formule suivante présente une distribution régulière adéquate des débits pour $i = 1$ à $i = N - 1$ et $Q_N = Q_{\min}$.

$$Q_i = \left(\sqrt[4]{10} \right)^{1-i} \cdot Q_{\max}$$

Dans le cadre d'une approche pratique, justifiée d'un point de vue technique, les points d'essai peuvent être définis à $Q_{\min}$, 5 %, 10 %, 25 %, 40 %, 70 %, 100 % de $Q_{\max}$.

6.2.3.7 Orientation

Sauf spécification contraire par le fabricant, selon laquelle le transmetteur doit être utilisé uniquement dans certaines orientations du montage, l'influence de l'orientation du transmetteur de débit sur le comportement de mesure doit être établie.

Les orientations suivantes doivent être examinées:

- horizontale,
- verticale, écoulement vers le haut,
- verticale, écoulement vers le bas.

Pour les débitmètres de liquide, l'orientation verticale, écoulement vers le bas, peut provoquer un écoulement partiel, et les mesures d'exactitude telles qu'indiquées ci-dessus sont réalisées dans ces orientations. Si uniquement certaines orientations sont stipulées par le fabricant, seules ces orientations doivent être examinées.

Les résultats des différentes mesures d'exactitude sont évalués sans ajustements intermédiaires.

Si les exigences ne sont pas satisfaites pour toutes les orientations demandées sans ajustements intermédiaires, le transmetteur de débit doit faire l'objet d'un marquage indiquant de l'utiliser dans une certaine orientation.

6.2.3.8 Sens d'écoulement

Les mesures d'exactitude indiquées ci-dessus sont réalisées dans les deux sens d'écoulement, le cas échéant. Les résultats des différentes mesures d'exactitude sont évalués sans ajustements intermédiaires.

6.2.3.9 Pression de service

Les mesures d'exactitude indiquées ci-dessus sont au moins réalisées aux pressions de service minimale et maximale.

Le fabricant doit spécifier les ajustements nécessaires et/ou l'incidence d'incertitude supplémentaire si le transmetteur de débit fonctionne hors de la plage de pressions de service évaluée. Si les mesures pratiques et leurs essais pour leur détermination ne peuvent pas être réalisés, ces informations doivent de préférence être déduites, par exemple, d'une analyse par éléments finis (FEA, CFD).

6.2.3.10 Température

6.2.3.10.1 Généralités

L'influence de la température du transmetteur de débit doit être évaluée dans la plage de températures spécifiée par le fabricant, par l'une des méthodes indiquées ci-dessous, classées dans l'ordre de préférence suivant:

a) Essais d'écoulement à différentes températures

Les essais d'écoulement sont réalisés avec une température de fluide égale à la température ambiante spécifiée dans l'IEC 62828-1:2017, Article 6. Pour les transmetteurs de débit avec un dispositif de conversion intégré indiquant le volume aux conditions de base uniquement, les essais d'écoulement doivent également être réalisés avec une température de fluide différente de la température ambiante spécifiée dans l'IEC 62828-1:2017, Article 6.

b) Surveillance de la sortie de débit non supprimée du transmetteur de débit aux conditions de débit nul à différentes températures

Aux conditions de débit nul, la sortie de débit non supprimée du transmetteur de débit est utilisée pour déterminer l'influence de la température sur l'exactitude du transmetteur. L'examen est au moins réalisé à la température de référence et aux températures de fonctionnement minimale et maximale. Les résultats des mesurages aux différentes températures sont évalués, en tenant compte de l'influence de la dérive du débit sur la courbe du compteur.

EXEMPLE La sortie de débit non supprimée du DUT varie de $+0,01 \text{ m}^3/\text{h}$ en raison des variations de température soumises à essai. L'erreur initiale aux conditions de référence de ce transmetteur était de $+0,3 \%$ à une valeur de $Q_{\min}$ soumise à essai de $2 \text{ m}^3/\text{h}$. L'influence due aux variations de température à $Q_{\min}$ est de $0,01 / 2 \times 100 \% = +0,5 \%$.

NOTE Le débit non supprimé est défini comme étant le débit auquel la coupure de bas débit (le cas échéant) n'est pas active.

c) Evaluation de la construction du transmetteur de débit

Si le transmetteur de débit ne peut pas être soumis à essai pour déterminer les effets de la température, l'incertitude résultant de l'influence prévue de la température sur la construction du compteur doit être évaluée.

6.2.3.10.2 Essais d'écoulement avec des températures de fluide et ambiantes égales

Les essais d'écoulement sont réalisés aux débits déterminés en 6.2.3.6, dans la plage de débits $Q_{\min}$ à $Q_{\max}$, la température du fluide correspondant à la température ambiante (voir l'IEC 62828-1:2017, 6.3.2), séquentiellement à:

- la température de référence;
- la température ambiante maximale;
- température ambiante minimale;
- la température de référence.

6.2.3.10.3 Essais d'écoulement avec des températures de fluide et ambiantes inégales

Les essais d'écoulement sont réalisés en maintenant le DUT à une température ambiante constante pratiquement identique à la température de référence et séquentiellement, de préférence dans ces conditions de température:

- température du fluide à $40 \text{ }^\circ\text{C}$;
- température du fluide à $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

L'erreur est déterminée à $Q_{\min}$ et $Q_{\max}$. Les erreurs doivent être déterminées uniquement après la stabilisation de la température du fluide.

En lieu et place de l'essai de température mentionné ci-dessus, l'essai peut être réalisé dans les conditions de température suivantes:

- température du fluide à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ et du DUT à $40 \text{ }^\circ\text{C}$;
- température du fluide à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ et du DUT à $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Néanmoins, l'essai doit être réalisé à des températures $T_{\text{ref}} \pm 10 \text{ K}$ au moins, et les résultats doivent être documentés en % par K.

6.2.3.11 Perturbation de l'écoulement

Il convient d'évaluer l'influence des perturbations de l'écoulement en amont des transmetteurs de débit avec les essais spécifiés ci-dessous. Pendant les essais, il convient d'installer le DUT selon les spécifications du fabricant quant à la longueur minimale du tuyau droit en amont, $l_{\min}$. Le fabricant peut spécifier une longueur $l_{\min}$ différente selon les perturbations de l'écoulement.

Les résultats des différentes mesures d'exactitude sont évalués sans ajustements intermédiaires du DUT.

La base des conditions de débit de référence est déterminée aux conditions de référence (voir 6.2.1). Pour l'ensemble normalisé de perturbations suivant, il convient de procéder aux essais suivants ("D" indique la longueur du diamètre nominal du débitmètre).

- a) une simple courbure de 90° (rayon de courbure de $1,5 \times D$):
 - 1) DUT en position normale;
 - 2) DUT pivoté de 90°;
 - 3) DUT pivoté de 180°;
 - 4) DUT pivoté de 270°.
- b) deux courbures de 90° dans les plans perpendiculaires (rayon de courbure de $1,5 \times D$, sans entretoise entre les courbures):
 - 1) DUT en position normale;
 - 2) DUT pivoté de 45°;
 - 3) DUT pivoté de 90°;
 - 4) DUT pivoté de 135°.
- c) un expanseur normalisé avec une expansion de diamètre 2:3 ou 3:4;
- d) un pas de diamètre d'amplitude de -5 % et +5 % sur la bride amont du DUT;
- e) si cela est exigé par le fabricant, un fluidifiant choisi et positionné par le fabricant en combinaison avec les perturbations indiquées de a) à d).

Les essais doivent être réalisés pour au moins deux nombres de Reynolds. Le rapport entre les deux nombres de Reynolds doit être d'au moins 5:1. Compte tenu de la nature des conditions de débit plus réparties pendant ces essais, un mesurage plus long ou un nombre de répétitions plus important peut être exigé pour obtenir un écart type expérimental acceptable.

Les données pertinentes sont les valeurs moyennes d'au moins trois répétitions de mesure simples à chaque nombre de Reynolds.

6.2.3.12 Stabilité/dérive à long terme

Outre les procédures définies dans l'IEC 62828-1:2017, 6.2.4.4, la dérive à long terme doit être déterminée comme suit:

NOTE Cet essai remplace également l'essai de durée de vie fonctionnel accéléré de l'IEC 62828-1:2017, 6.3.6.

- a) Procéder à l'essai d'écoulement initial sur un banc d'écoulement étalonné avec $0,1 \times Q_{\max}$ et $0,9 \times Q_{\max}$, documenter les relevés de débit et calculer les valeurs

$$e_{i, 0,1} = \frac{Q_{i, 0,1} - Q_{0,1}}{Q_{0,1}}$$

$$e_{i, 0,9} = \frac{Q_{i, 0,9} - Q_{0,9}}{Q_{0,9}}$$

où:

$Q_{i,0,1}$: débit volumique mesuré initial à $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{0,1}$: débit volumique de référence à $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{i,0,9}$: débit volumique mesuré initial à $0,9 \times Q_{\max}$;

$Q_{0,9}$: débit volumique de référence à $0,9 \times Q_{\max}$;

$e_{i,0,1}$: écart initial à $0,1 \times Q_{\max}$ (% du taux);

$e_{i,0,9}$: écart initial à $0,9 \times Q_{\max}$ (% du taux).

- b) Lancer les débitmètres sur un intervalle de temps de sorte qu'un volume/une masse de fluide minimal(e) passant par le débitmètre soit au moins égal(e) à 30 jours fois $0,8 \times Q_{\max}$, puis surveiller et consigner en permanence au moins la sortie primaire définie par le fournisseur des débitmètres (la sortie en impulsions, par exemple). Il convient également de surveiller et consigner les sorties secondaires (le cas échéant) pour une compréhension plus exhaustive du comportement de dérive de l'appareil.

NOTE Cet essai peut être réalisé sur un banc d'essai d'écoulement autre que celui utilisé à l'étape a). Il est alors recommandé d'installer et de surveiller un débitmètre de référence dont les performances sont connues.

- c) Exécuter l'essai d'écoulement final de l'étape a) sur un banc d'écoulement étalonné avec $0,1 \times Q_{\max}$ et $0,9 \times Q_{\max}$, et documenter les relevés de débit

$$e_{f,0,1} = \frac{Q_{f,0,1} - Q_{0,1}}{Q_{0,1}}$$

$$e_{f,0,9} = \frac{Q_{f,0,9} - Q_{0,9}}{Q_{0,9}}$$

où:

$Q_{f,0,1}$: débit volumique final à $0,1 \times Q_{\max}$;

$Q_{f,0,9}$: débit volumique final à $0,9 \times Q_{\max}$;

$e_{f,0,1}$: écart final à $0,1 \times Q_{\max}$ (% du taux);

$e_{f,0,9}$: écart final à $0,9 \times Q_{\max}$ (% du taux).

Cet essai doit être réalisé sur le même banc d'essai que celui de l'étape a).

Cela donne une valeur de dérive représentant un vieillissement sur 30 jours à un débit de $0,8 \times Q_{\max}$:

$$e_{30d} = \frac{|e_{f,0,1} - e_{i,0,1}| + |e_{f,0,9} - e_{i,0,9}|}{2}$$

La valeur de dérive à long terme doit être indiquée par le fabricant selon la valeur de e_{30d} , en prenant également en considération le comportement de dérive au démarrage observé à l'étape b). Elle doit être extrapolée et établie sur au moins 6 mois de fonctionnement, telle que définie et à l'aide des méthodes de l'IEC 62828-1:2017, 6.2.4.4.2.

Si, en raison des limitations du banc d'essai ou des exigences en matière de principe de mesure, les conditions simples ne peuvent pas être satisfaites, ces écarts doivent être explicitement mentionnés au moment de fournir une erreur probable totale (TPE), dans les fiches techniques, par exemple.

Le nombre d'essais exigés peut être optimisé par le fabricant en choisissant des échantillons d'essai représentatifs reflétant le cas le moins favorable d'un éventail plus large de versions de produit (tailles de ligne, par exemple).

6.2.3.13 Arbre de transmission (couple)

Les transmetteurs de débit équipés d'arbres de transmission sont soumis au couple maximal possible, en utilisant une masse volumique de référence spécifiée ($1,2 \text{ kg/m}^3$ pour le gaz, par exemple). Le défaut est évalué à $Q_{\min}$.

Si un type de transmetteur de débit présente différentes tailles, cet essai doit uniquement être réalisé sur la plus petite d'entre elles, à condition de spécifier le même couple pour les plus grands transmetteurs de débit et que la constante de sortie de l'arbre de transmission de ce dernier soit supérieure ou égale.

6.2.3.14 Débit de surcharge

Les transmetteurs de débit avec des pièces mobiles internes sont soumis à un essai de débit de surcharge dans le cadre d'un essai de type. Avant et après la surcharge, l'erreur du transmetteur de débit est déterminée sur l'ensemble de sa plage de débits, conformément à 6.2.3.6. Si cela n'est pas spécifié par le fabricant, le débit de surcharge et la durée doivent correspondre à 120 % de $Q_{\max}$, pendant au moins 1 min (voir l'IEC 62828-1:2017, 6.2.3.9). Si l'application du débit à 120 % de $Q_{\max}$ peut être à l'origine d'un dysfonctionnement du transmetteur de débit, le débit de surcharge peut être réduit selon la spécification de dispositif des fabricants.

6.2.3.15 Fluides différents

Les transmetteurs de débit destinés à être utilisés dans des fluides différents du fluide de référence doivent être examinés en ce qui concerne les facteurs relatifs à l'exactitude de ces fluides.

De préférence, cet examen peut être réalisé:

- par des essais de débit utilisant ces fluides ou, par ailleurs;
- par des approches s'appuyant sur un modèle empirique ou théorique.

Dans ce dernier cas, le modèle utilisé et son incertitude supplémentaire doivent être consignés.

6.2.4 Comportement dynamique

6.2.4.1 Généralités

Les mesures de réponse à un échelon et en fréquence décrites dans l'IEC 62828-1:2017, 6.3.4, ne s'appliquent pas directement aux transmetteurs de débit en raison du manque de matériel d'essai adapté pour la génération des signaux d'entrée exigés représentant les variations de débit.

Toutefois, les transmetteurs de débit présentent un comportement dynamique particulier et des retards de réponse. Un fabricant qui établit les données de temps de réponse de son transmetteur de débit doit spécifier la procédure et le matériel d'essai utilisés.

6.2.4.2 Vibrations et chocs

Les transmetteurs de débit dont la masse maximale est de 10 kg sont soumis à des essais de vibrations et de chocs conformément à 6.3.4 de l'IEC 62828-1:2017 et 6.3.5 de l'IEC 62828-1:2017. Pour les transmetteurs dépassant ce poids, seule la partie électronique du compteur doit être soumise à essai. Avant et après ces essais, l'erreur intrinsèque des débitmètres est déterminée conformément à 6.2.3 sur l'ensemble de la plage de débits.

6.2.4.3 Détermination de la perte de pression

La perte de pression est définie comme étant la différence systématique de pression statique entre l'entrée et la sortie du compteur en essai aux conditions de référence. La perte de pression est en principe fonction du débit et de la masse volumique/viscosité du milieu. Elle augmente de manière quadratique avec l'augmentation du débit.

L'incertitude de mesure des transmetteurs de pression pour mesurer la pression différentielle doit être inférieure à 1/10 de la perte de pression maximale au débit maximal soumis à essai.

Si un matériel supplémentaire est obligatoire pour les débitmètres (sections d'entrée et de sortie ou robinets diviseurs, par exemple), ces installations doivent être prises en considération lors du mesurage de la chute de pression.

Si le mesurage de la perte de pression n'est pas faisable d'un point de vue technique, des simulations numériques ou des estimations analytiques sont admises en s'appuyant sur des modèles validés.

Par exemple, un nombre de pertes de pression ζ peut être déterminé par la formule suivante:

$$\zeta = \frac{\Delta p}{\frac{\rho \cdot v^2}{2}}$$

et utilisé pour les extrapolations. Ici, Δp représente la perte de pression mesurée pour une certaine masse volumique du milieu ρ aux température et pression mesurées, et v la vitesse du milieu d'écoulement.

6.2.5 Comportement statique

6.2.5.1 Généralités

Les mesures de réponse statique décrites dans l'IEC 62828-1:2017, 6.2.3, ne s'appliquent pas directement aux transmetteurs de débit en raison du manque de matériel d'essai adapté pour la génération des signaux d'entrée exigés représentant les variations de débit.

Toutefois, les transmetteurs de débit présentent un comportement statique particulier et des retards de réponse. Un fabricant qui établit les données de temps de réponse de son transmetteur de débit doit spécifier la procédure et le matériel d'essai utilisés.

6.2.5.2 Composants interchangeables

Pour les transmetteurs de débit dont certains composants sont destinés à être interchangeables, comme spécifié par le fabricant, l'impact d'un échange doit être déterminé à 10 % de l'étendue de mesure.

Cet essai d'exactitude est réalisé à chacun des trois stades de la séquence suivante:

- lors de l'utilisation de la configuration de départ;
- après l'échange du composant;
- après avoir réinstallé le composant d'origine.

Le défaut est établi en calculant la différence maximale entre les résultats de l'un des trois essais d'exactitude.

6.2.5.3 Alimentation électrique

Le transmetteur de débit d'essai doit être raccordé à l'alimentation électrique selon les exigences du fabricant. Une description générale de l'alimentation est présentée ci-dessous.

Avant de procéder à l'essai, le convertisseur du transmetteur de débit d'essai (ou les cartes de circuit imprimé) doit être mis sous tension et maintenu dans cet état pendant une durée adéquate spécifiée par le fabricant.

Il convient de choisir l'alimentation en fonction de la spécification du transmetteur de débit soumis à essai (une alimentation normale en courant alternatif/courant continu, une batterie intégrée et une sortie 4 mA à 20 mA courant continu analogique, etc.).

Il convient de supprimer les fluctuations de tension de l'alimentation en courant alternatif/courant continu dans les limites de ± 10 % par rapport à sa tension nominale. En règle générale, les fluctuations de tension de l'alimentation sont inférieures à -10 %, ce qui provoque la défaillance (le gel, par exemple) de certaines fonctions du transmetteur. D'autre part, les fluctuations de tension de l'alimentation supérieures à $+10$ % provoquent la défaillance (l'endommagement de certaines parties électriques, par exemple) dans le transmetteur.

6.2.5.4 Eléments électroniques

Si les dispositifs électroniques d'un transmetteur de débit se trouvent dans un boîtier séparé, leurs fonctions électroniques peuvent être soumises à essai indépendamment du transducteur de mesure du transmetteur de débit, à l'aide de signaux simulés représentant les conditions de fonctionnement assignées du compteur. Dans ce cas, les dispositifs électroniques doivent être soumis à essai dans leur boîtier final.

Les essais indiqués dans l'IEC 62828-1:2017, 6.3, doivent être réalisés dans les conditions suivantes:

- le compteur en essai doit être mis sous tension, sauf si un essai de vibrations et de chocs mécaniques est réalisé;
- La dépendance des performances du transmetteur de débit doit être évaluée dans les modes d'écoulement classés dans l'ordre préférentiel suivant:
 - a) pendant l'écoulement réel, ou
 - b) dans les conditions de débit nul en surveillant la sortie de débit non supprimé du compteur.

Dans ce dernier cas, les performances sont évaluées en tenant compte de l'influence de la dérive du débit sur la courbe du compteur.

La plupart des compteurs électroniques présentent une coupure en cas de faibles débits. Cette coupure doit être désactivée pour cet essai de sorte que la sortie de débit corresponde au débit non supprimé.

6.3 Essais de type aux conditions d'essais de fonctionnement

Si le transmetteur de débit a fait l'objet de diverses certifications, les essais mentionnés dans chacune d'elles doivent être réalisés.

6.4 Essai individuel de série

Pendant les essais individuels de série, les essais indiqués à l'Annexe B de l'IEC 62828-1:2017 doivent être réalisés.

6.5 Essais de réception, d'intégration et de maintenance des transmetteurs de débit

Après l'installation des transmetteurs de débit sur site ou dans l'usine, les essais de réception sont réalisés dans le cadre de l'évaluation du système incluant les transmetteurs de débit. Ensuite, le contenu de l'Annexe E doit être pris en considération afin d'évaluer correctement le dispositif d'écoulement.