

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial-process control valves –

Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves

Vannes de régulation des processus industriels –

Partie 8-2: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60534-8-2

Edition 2.0 2011-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial-process control valves –

Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves

Vannes de régulation des processus industriels –

Partie 8-2: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 17.140.20; 23.060.40; 25.040.40

ISBN 978-2-88912-709-2

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Symbols	7
5 General test criteria.....	7
5.1 General.....	7
5.2 Pressure regulating devices	8
5.3 Test specimen insulation	8
5.4 Test section piping	8
5.5 Pressure taps	8
5.6 Acoustic environment	8
5.7 Instrumentation	8
6 External sound pressure measurement.....	9
6.1 General.....	9
6.2 Instrumentation for noise measurement.....	9
6.3 Test data accuracy.....	9
6.4 Test data.....	9
7 Internal sound pressure measurement.....	10
7.1 Test system.....	10
7.2 Instrumentation for noise measurement.....	10
7.3 Test fluid	10
7.4 Background noise.....	11
7.5 Sound level sensor position.....	11
7.6 Test data accuracy.....	11
7.7 Test data.....	11
7.8 Accuracy	12
7.9 Data evaluation	12
8 Determination of the characteristic pressure ratio x_{FZ}	12
8.1 General.....	12
8.2 Test procedures	12
8.2.1 Test fluid	12
8.2.2 Test conditions for determination of x_{FZ}	13
8.3 Determination of x_{FZ}	13
8.3.1 Peak frequency method	13
8.3.2 A-weighted method.....	13
Bibliography.....	22
Figure 1 – System components for control valve closed loop and open loop noise test	15
Figure 2 – Test arrangements with specimen outside and (alternatively) inside acoustic environment.....	17
Figure 3 – Typical curve for characteristic pressure ratio x_{FZ}	18
Figure 4 – Reference test orifice plate (see 8.2.1).....	18
Figure 5 – Determination of x_{FZ} by peak frequency method (see 8.3.1).....	19

Figure 6 – Determination of x_{Fz} by measuring the overall L_{pA} , dB(A), at a constant valve travel	20
Figure 7 – Mounting position of the sound level meter in the pipe for $\Delta h < 0,5$ mm.....	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves

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 60534-8-2 has been prepared by subcommittee 65B: Measurements and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1991 and constitutes a technical revision that includes internal noise measurement.

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

FDIS	Report on voting
65B/801/FDIS	65B/808/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 60534 series, published under the general title *Industrial-process control valves*, can be found on the IEC website.

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

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

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves

1 Scope

This part of IEC 60534-8 includes the method for measuring the sound pressure level due to liquid flow through a control valve and the method for determining the characteristic increase of noise due to the onset of cavitation. It also defines the equipment, methods and procedures for the laboratory measurement of the airborne sound needed to determine these characteristics.

Two methods are provided for testing the noise generating characteristics of control valves.

The first is a uniform method of measuring the radiated noise from the valve and the associated test piping including fixed flow restrictions through which the test fluid (water) is passing (see Note 1). The noise criteria are expressed by determining the sound pressure level of the valve under consideration.

The second is a procedure for measuring the sound pressure levels within pipe systems upstream and downstream of the valve under fixed operating conditions. Since inaccuracies due to the pipe transmission are eliminated, this method shall be preferred for evaluation of the acoustical characteristic of valves.

The noise characteristics to be determined are useful:

- a) to determine acoustical characteristics of valves and valve assemblies and the characteristic pressure ratio factor x_{Fz} of a control valve;
- b) to predict valve noise for given process conditions;
- c) to compare the performance of different valves and various measuring results;
- d) to plan measures for increasing service life and noise abatement;
- e) to determine possible adverse effects on ultra-sonic flow meter measurements;
- f) to enable proper sizing of sound absorbers.

NOTE 1 Test fluids other than water or valves without downstream piping are not within the scope of this section of IEC 60534-8.

NOTE 2 The factor x_{Fz} is used in a noise prediction method which is covered in IEC 60534-8-4.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60534-1:2005, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-2-3:1997, *Industrial-process control valves – Part 2-3: Flow capacity – Test procedures*

IEC 60534-8-4, *Industrial-process control valves – Part 8-4: Noise considerations – Prediction of noise generated by hydrodynamic flow*

IEC 61672-1:2002, *Sound level meters – Part 1: Specifications*

ISO 3744:1994, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods in an essentially free field conditions over a reflecting plane*

ISO 3745:2003, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60534-1, as well as the following, apply.

3.1

test specimen

valve or combination of valve, reducer, expander, or other fittings for which test data are required. All parts/accessories necessary to operate the specimen properly shall be included

4 Symbols

Symbol	Description	Unit
C	Flow coefficient (C_v , K_v)	Various (see IEC 60534-1)
F_L	Pressure recovery factor of a control valve without attached fittings at choked flow	Dimensionless
F_{LP}	Pressure recovery factor of a control valve with attached fittings at choked flow	Dimensionless
F_p	Piping geometry factor	Dimensionless
L_{pi}	Internal sound pressure level at pipe wall	dB(ref P_0)
$\dot{m}$	Mass flow rate	kg/s
p_1	Inlet absolute static pressure	kPa or bar
p_2	Outlet absolute static pressure	kPa or bar
Δp	Differential pressure between upstream and downstream pressure taps ($p_1 - p_2$)	kPa or bar
Q	Volumetric flow rate	m ³ /h
T_1	Inlet temperature	K
T_2	Outlet temperature	K
u	Mean (average fluid velocity)	m/s
x_F	Ratio of pressure differential to difference of the inlet pressure p_1 and the vapour pressure p_v ($\Delta p/(p_1 - p_v)$)	Dimensionless
x_{Fz}	Value of x_F where cavitation noise becomes dominant over non-cavitating noise.	Dimensionless

5 General test criteria

5.1 General

Hydrodynamic noise may be measured externally as it radiates from the pipewall or internally as it propagates through the fluid. Both of these measurements can be made in either a closed loop or an open loop system and are shown in Figures 1a and 1b.

The following information is common to all test configurations.

5.2 Pressure regulating devices

The upstream and/or downstream regulating devices are used to regulate the test pressures. Caution should be taken to avoid a pressure differential which will create significant noise, i.e. cavitation. If such pressure drops are unavoidable, the use of silencers, see 5.6, is recommended as shown in Figure 1. Flow meters should be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

5.3 Test specimen insulation

The test specimen shall not be provided with any insulation other than that attached by the manufacturer as part of the normal production for the test specimen.

5.4 Test section piping

There is no limitation concerning the maximum length of upstream and downstream piping connected to the test specimen. Uninsulated pipe shall be used. The exposed downstream or upstream pipe within the acoustic environment shall be of a straight one-piece construction, i.e. no flanges, circumferential joints or other pipewall reinforcements. The exposed length of the downstream pipe shall be as specified in Figure 2a or Figure 2b. The corresponding length of the upstream pipe shall be at least 1 m.

A mismatch between the inlet and outlet diameters of the test specimen with the inside diameter of the adjacent piping should be minimized as far as is practical. The distance of the pipe axis from the floor shall be approximately 1 m.

Other pipe wall thicknesses, pipe materials and insulated piping may be used but shall be reported in the test data as (an) optional test(s).

5.5 Pressure taps

Pressure taps shall be provided for the measurement of pressures and shall conform to IEC 60534-2-3.

5.6 Acoustic environment

The test environment shall be controlled in such a way that background, reflected, and other extraneous noise be at least 10 dB lower than that radiated by the test section. Depending on the test system and the acoustic environment, upstream and downstream silencers may be necessary. General considerations for the acoustic environment can be found in ISO 3744 and ISO 3745. No sound pressure level correction shall be made for the presence of extraneous noise.

5.7 Instrumentation

The instrumentation for sound pressure level measurement shall conform to IEC 61672-1 Class 1 or Class 2. Sound level meter characteristics shall conform to IEC 61272-1 Table 2 (A-weighting). Sound level meter calibration and sensitivity test results shall be corrected to sea level conditions.

Additional instrumentation such as electronic recording devices and computers shall not cause errors in the measured data of more than ± 1 dB.

6 External sound pressure measurement

6.1 General

Alternative test arrangements are shown in Figures 2a and 2b.

The test system according to Figure 2a includes the control valve as a noise radiating device.

The test system according to Figure 2b does not include the valve, however, it does provide a uniform sound field radiating from the pipe.

6.2 Instrumentation for noise measurement

The sound level sensor shall be located level with the centreline of the pipe 1 m from the nearest pipe surface. Downstream distance shall be six nominal pipe diameters, but not less than 1 m, from the test specimen outlet (see Figures 2a and 2b). Orientation of the microphone with respect to the piping shall be in accordance with the requirements of the microphone manufacturer.

6.3 Test data accuracy

Accuracy of flow rate, pressure and temperature measurements shall conform to IEC 60534-2-3.

6.4 Test data

The following data and description of the test specimen and equipment facility shall be recorded:

		<i>Units</i>
1	Absolute upstream pressure, p_1	kPa or bar
2	Differential pressure, Δp	kPa or bar
3	Differential pressure corresponding to characteristic pressure ratio, Δp_k	kPa or bar
4	Absolute vapour pressure, p_v	kPa or bar
5	Density of test fluid, ρ	kg/m ³
6	Upstream fluid temperature, T_1	K
7	Characteristic pressure ratio, x_{Fz} for orifice plate	Dimensionless
8	Flow rate, Q	m ³ /h
9	Rated travel	mm or degrees
10	Relative travel, h	Dimensionless
11	Flow coefficient at test travels (A_v , K_v , C_v)	Various (see IEC 60534-1)
12	Relative flow coefficient at test travel, ϕ	Dimensionless
13	Characteristic pressure ratio, $x_{Fz,\phi}$ (see note)	Dimensionless
14	Sound pressure level for each measuring point L_p	dB or dB(A) (as required)
15	Peak frequency	Hz
16	Instruments used	
17	Sound level sensor position	

- 18 Description of test specimen including nominal size of valve, direction of flow, etc.
- 19 Description of test facility including:
 - a) piping and instrumentation (schematic)
 - b) nominal pipe size and wall thickness
 - c) environmental chamber (if appropriate)
 - d) dimensional sketch of test facility
- 20 Any deviation from this part of IEC 60534-8

NOTE See Clause 8 for values of ϕ at which test data are to be taken.

7 Internal sound pressure measurement

7.1 Test system

The principal arrangement of a test stand for measuring internal sound pressure is shown in Figure 1a.

The measuring arrangement and the equipment for measuring the parameters Q , T_1 , p_1 and T_2 , p_2 shall meet the requirements of IEC 60534-2-3.

The upstream silencer 4b and downstream silencer 9b shall be designed to avoid any increase of the measured noise due to sound power generated by the upstream pressure regulating valve 3 and downstream pressure regulating valve 9 and to prevent any acoustic reflections of the noise created by the measured device 6. The latter is fulfilled when the attenuation of the silencer reaches 15 dB in the considered frequency range.

7.2 Instrumentation for noise measurement

The sound level sensors exposed to the fluid shall be suitable for the given operating conditions. For the measurement of pressures which deviate considerably from the normal air pressure, dynamic pressure sensors are recommended. The dynamic range of the pressure sensor arrangement (range between background noise and over modulation) should amount to at least 80 dB. The frequency range should comprise 40 (63 Hz octave band or 50 Hz 1/3 octave band centre frequency) and 22 400 Hz (16 000 Hz octave band or 20 000 Hz 1/3 octave band centre frequency) with an amplitude deviation of ± 1 dB. Before and after each measuring procedure, the measuring system has to be tested by means of an acoustical calibrator.

NOTE Certain low noise trims have peak frequencies exceeding 16 000 Hz. Verification that the peak frequency is within the measuring range of the sound level meter before processing the measured data is recommended. The peak frequency is that frequency at which the sound pressure level decays by at least 4 dB per octave above and below this frequency.

Additional instrumentation such as electronic recording devices and computers shall not cause errors in the measured data of more than ± 1 dB.

7.3 Test fluid

Water is the only fluid to be used in the test procedure, because other incompressible fluids behave differently and do not allow a comparison of test data. The water shall be sufficiently free from suspended particles, air, or other gases so as to ensure that the test results are not affected.

The mean (average) fluid velocity u through the measuring area shall be limited by selecting a suitable nominal pipe diameter in such a way that the noise level caused by disturbances in the boundary layer is at least 5 dB lower than the measured internal sound pressure level.

7.4 Background noise

Background noise or noise induced by the measuring system, or by the test stand itself, shall be at least 5 dB lower than the measured internal sound pressure level in the octave band range between 63 Hz and 16 000 Hz.

7.5 Sound level sensor position

The sound level sensor positions shall be located within the measuring area. The tap for mounting the sound level sensors shall be situated at the lower part of the pipe for liquids. The tap shall be even with the inner pipe wall to avoid secondary noise generation (see Figure 7).

7.6 Test data accuracy

Accuracy of flow rate, pressure, travel, and temperature measurements shall conform to IEC 60534-2-3.

7.7 Test data

For the determination of the acoustical characteristics, the pressure ratios x_F at the test specimen have to be widely varied. A range of $x_F > 0,1$ is recommended. The following data shall be recorded:

- | | | |
|-----|---|------------------------------------|
| 1) | Absolute upstream pressure | kPa or bar |
| 2) | Pressure differential and/or downstream pressure | kPa or bar |
| 3) | Upstream fluid temperature | K |
| 4) | Downstream fluid temperature | K |
| 5) | Flow rate | m ³ /h (see note), kg/s |
| 6) | Relative travel | Dimensionless |
| 7) | Acoustic data: | dB |
| | The unweighted sound pressure levels L_{pi} , measured at 1/3 octave bands, in the octave band range 63 Hz to 16 000 Hz | |
| 8) | Description of the test specimen, including at least the following | |
| | a) Nominal size of valve | |
| | a) Description of fittings | |
| | b) Description of flow direction | |
| | c) Rated flow coefficient C (K_v or C_v) | Various (see IEC 60534-1) |
| | d) Rated travel/opening angle | mm/° |
| 9) | Description of the test facility including: | |
| | a) Piping and instrumentation schematic | |
| | b) Nominal pipe size and wall thickness | |
| | c) Pipe material | |
| | d) Dimensional sketch of test facility | |
| 10) | Description of test fluid, including one of the following: | |
| | a) Absolute vapour pressure | kPa or bar |
| | b) Density | kg/m ³ |
| 11) | Description of instruments | |
| 12) | Flow coefficient C (K_v or C_v) at the test travel | Various (see IEC 60534-1) |
| 13) | Pressure recovery factor of a control valve without attached fittings at choked flow, F_L | Dimensionless |
| 14) | Pressure recovery factor of a control valve with attached fittings at choked flow, F_{LP} | Dimensionless |
| 15) | Piping geometry factor, F_p | Dimensionless |
| 16) | Any deviation from this standard | |

7.8 Accuracy

The overall accuracy of this method is limited to ± 3 dB.

7.9 Data evaluation

The data shall be evaluated in accordance with the IEC 60534-8-4.

The x_{Fz} factor can be determined alternatively based on the procedure as described in Clause 8 by using the internal sound pressure level L_{pi} instead of the external sound pressure level.

8 Determination of the characteristic pressure ratio x_{Fz}

8.1 General

The pressure ratio x_F is given as follows:

$$x_F = \frac{\Delta p}{p_1 - p_v}$$

When x_F is increased sufficiently, there is a transition from non-cavitating to cavitating flow. The pressure differential where the sound pressure level begins to increase due to cavitation during this transition is Δp_k . The corresponding ratio is the characteristic pressure ratio x_{Fz} and is defined as follows:

$$x_{Fz} = \frac{\Delta p_k}{p_1 - p_v} \cdot \left(\frac{p_1}{6 \times 10^2} \right)^{0,125}$$

According to IEC 60534-8-4, x_{Fz} is related to the reference inlet pressure $p_1 = 6$ bar (600 kPa). If other inlet pressures are used, they shall be corrected with the second term in the equation above (p_1 in kPa). Generally, x_{Fz} varies with travel and shall be measured at relative flow coefficients of 0,25, 0,50, 0,75 and 1,00 or the highest one achievable. When necessary, additional measurements with other relative flow coefficients should be included. With these values of x_{Fz} , linear interpolation may be used to obtain x_{Fz} values for other relative flow coefficients. The value of x_{Fz} at a relative flow coefficient ϕ is denoted as $x_{Fz,\phi}$. See Figure 3 for a typical curve of x_{Fz} .

8.2 Test procedures

8.2.1 Test fluid

Water is the only fluid to be used in the test procedure, because other incompressible fluids behave differently and do not allow a comparison of test data. The water shall be sufficiently free from suspended particles, air, or other gases so as to ensure that the test results are not affected. To accomplish this, the suitability of the water shall be tested first by using a special orifice plate, which is to be considered the reference test orifice plate (Figure 4). This orifice plate shall be installed in a DN 50 pipe (either permanently in a bypass or by changing the test section piping). The characteristic pressure ratio x_{Fz} for the orifice plate shall be determined at an absolute upstream pressure between 300 kPa and 400 kPa (3 bar and 4 bar). The value of x_{Fz} shall be not less than 0,35. Water within a temperature range of 5 °C to 40 °C shall be the basic fluid used in this test procedure. During the test, the temperature shall remain constant within ± 3 °C.

Other orifice plates may be used as an alternative provided the upstream pressure is as stated above. The dimensions shown in Figure 4 shall remain the same, except that the diameters shall be changed to maintain the same opening ratio of 0,25.

8.2.2 Test conditions for determination of x_{Fz}

The determination of x_{Fz} depends on many parameters. A detailed explanation is beyond the scope of this section of IEC 60534-8. To make the test results comparable, the following test conditions shall be maintained:

- a) Either closed or open test loops may be used in accordance with Figure 1a and 1b, provided all requirements of this standard are met.
- b) Absolute upstream pressure p_1 shall be in the range of 500 kPa to 700 kPa (5 bar to 7 bar). The selected test pressure shall be kept constant within $\pm 5\%$.

NOTE Caution should be exercised not to exceed the rated service conditions of the valve.

- c) To avoid incorrect results due to "cavitation hysteresis", the characteristic pressure ratio x_{Fz} shall be determined by decreasing the pressure ratio x_F in such a way that there is a transition from cavitating to non-cavitating flow.
- d) Water within a temperature range of 5 °C to 40 °C shall be the basic fluid used in this test procedure. During the test, the temperature shall remain constant within ± 3 °C.

8.3 Determination of x_{Fz}

8.3.1 Peak frequency method

The determination of x_{Fz} by this method requires the measurement of the sound pressure level (L_p) at the peak frequency. The procedure is as follows (refer to Figure 5):

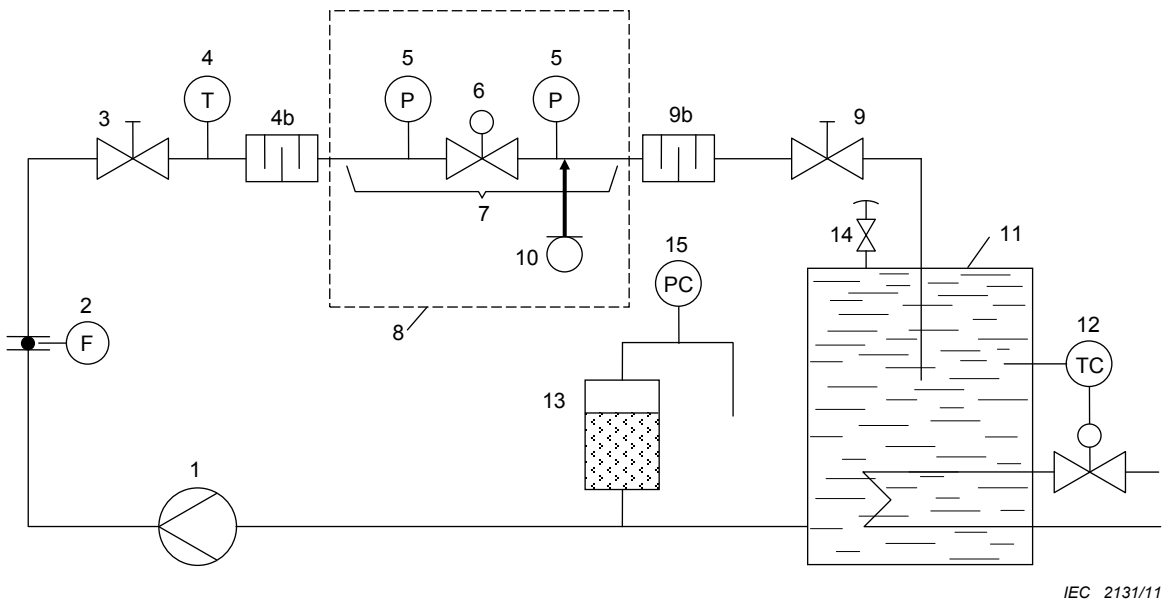
- a) select a travel corresponding to one of the relative flow coefficients given in Clause 8;
- b) decrease the pressure ratio x_F in such a way that there is a transition from cavitating to non-cavitating flow and measure L_p as a function of frequency for each value of x_F used;
- c) from the data obtained in b), determine the approximate frequency which gives the maximum L_p response. This is the peak frequency;
- d) using a sound level meter with an octave band filter that includes the peak frequency, measure the L_p as x_F is decreased. The range of x_F shall be sufficient to establish the curves in both the cavitating and non-cavitating regions;
- e) in both the cavitating and non-cavitating regions, fit a straight line through the data points. The intersection of the straight lines shall determine the value of x_{Fz} . See point A in Figure 5;
- f) repeat the procedure for the other relative flow coefficients given in Clause 8.

8.3.2 A-weighted method

This method of determining x_{Fz} requires the measurement of the overall sound pressure level (L_{pA}) using the A-weighted method. The procedure is as follows (refer to Figure 6):

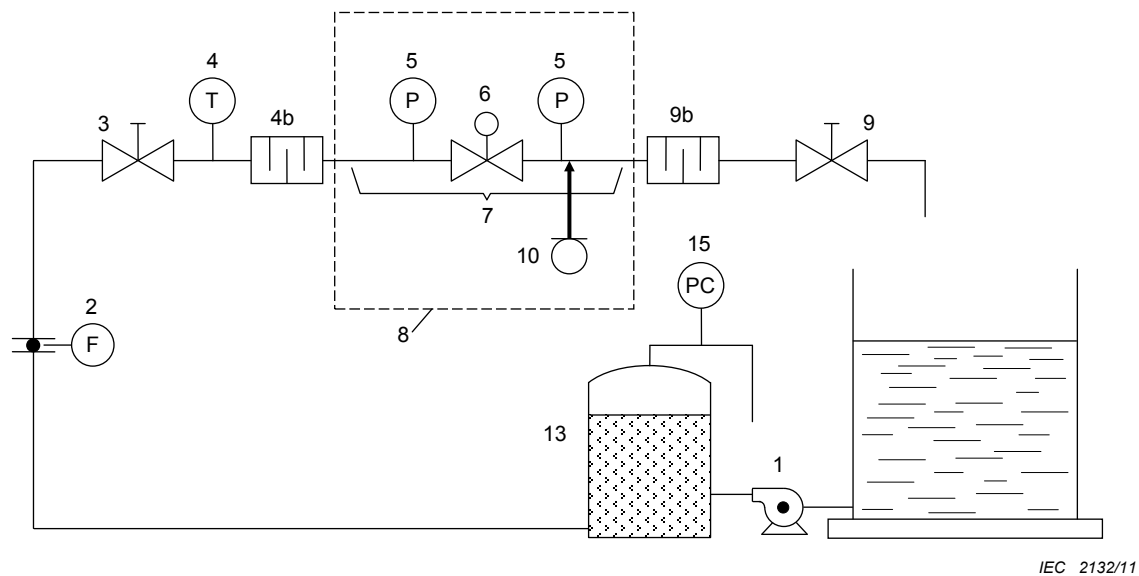
- a) at a given travel (corresponding to one of the relative flow coefficients given in Clause 8), the L_{pA} versus x_F curve as shown by the dashed line shall be determined. Decrease the pressure ratio x_F in such a way that there is a transition from cavitating to non-cavitating flow and measure L_{pA} for each value of x_F used;
- b) from the above curve, x_{F3} and x_{F6} , which are the approximate values at which the L_{pA} curve changes slope, shall be determined;
- c) the ranges Δx_{F1} and Δx_{F11} shall each be divided into three equal parts (designated as "a" and "b", respectively);
- d) at each of the values x_{F6} through x_{F1} , the A-weighted overall sound pressure level shall be measured. This procedure shall be repeated twice so that there are three series of measurements;
- e) for each value of x_F , the arithmetic average, $\overline{L_{pA}}$, of the three L_{pA} values shall be calculated and the points plotted;

- f) using the values of $\overline{L_{pA}}$ at x_{F1} through x_{F6} , the curves designated as lines 1 and 2 shall be determined by linear regression;
- g) the point at which lines 1 and 2 intersect shall be determined. The value of x_F at this point is x_{Fz} ;
- h) repeat the procedure for the other relative flow coefficients given in Clause 8.



NOTES	System components
1 See Figure 2a or 2b for placement of item 8 (acoustic environment) and item 10 (microphone)	1 = pump
2 Items 8, 12 and 15 are optional	2 = flow measuring device
	3 = upstream throttling valve
	4 = temperature measuring device
	4b = upstream in-line silencer (if necessary)
	5 = pressure measuring device
	6 = test specimen
	7 = test section piping
	8 = acoustic environment (test chamber) (Notes 1 and 2)
	9 = downstream throttling valve
	9b = downstream in-line silencer (if necessary)
	10 = sound level sensor (Note 1)
	11 = water tank
	12 = temperature controlling device (Note 2)
	13 = vessel with air cushion to increase static pressure, if necessary
	14 = exhaust valve
	15 = pressure controller (Note 2)

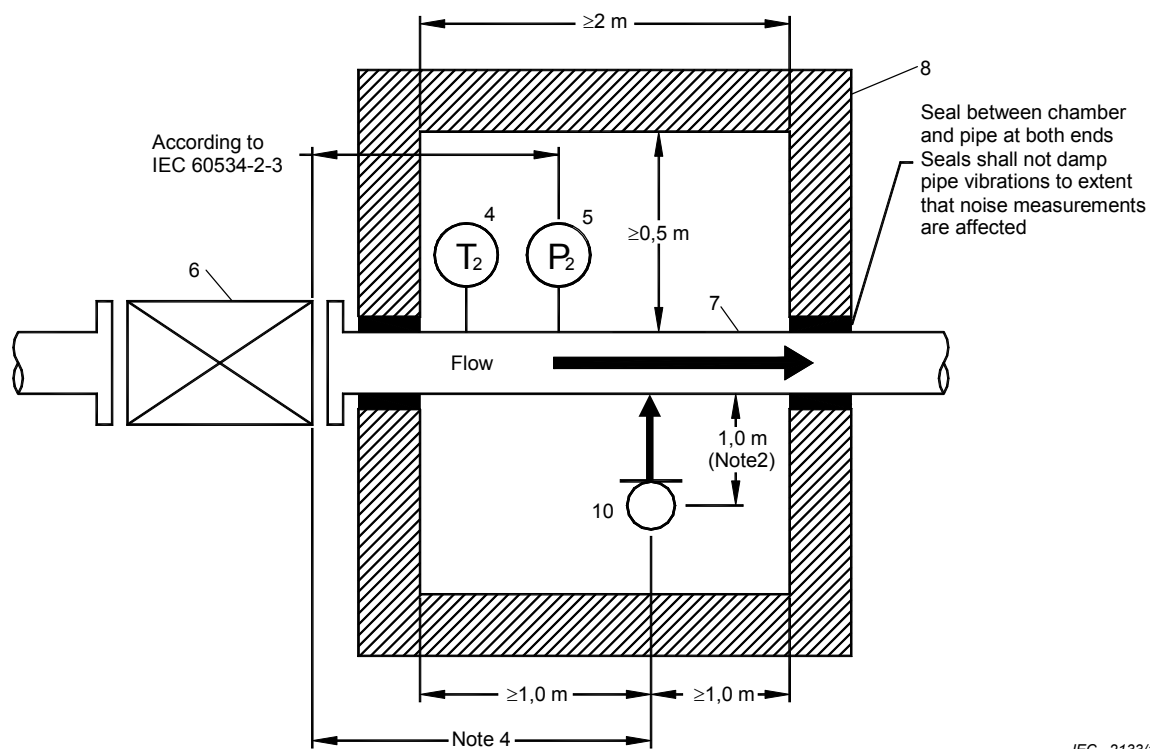
Figure 1a – Control valve closed loop noise test – System components



NOTES	System components
1 See Figure 2a or 2b for placement of item 8 (acoustic environment) and item 10 (microphone)	1 = pump
2 Items 8, 12 and 15 are optional	2 = flow measuring device
	3 = upstream throttling valve
	4 = temperature measuring device
	4b = upstream in-line silencer (if necessary)
	5 = pressure measuring device
	6 = test specimen
	7 = test section piping
	8 = acoustic environment (test chamber) (Notes 1 and 2)
	9 = downstream throttling valve
	9b = downstream in-line silencer (if necessary)
	10 = sound level sensor (Note 1)
	11 = water tank
	13 = vessel with air cushion to increase static pressure, if necessary
	15 = pressure controller (Note 2)

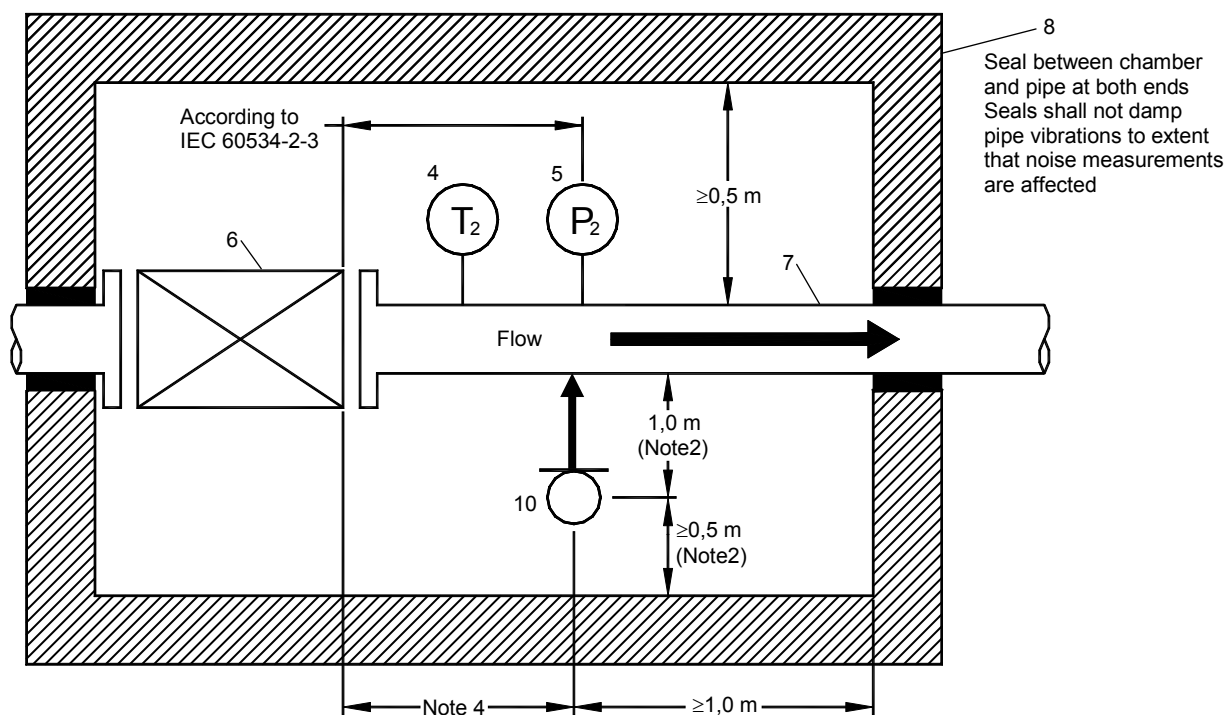
Figure 1b – Control valve open loop noise test – System components

Figure 1 – System components for control valve closed loop and open loop noise test



NOTES	System components
1 D = nominal pipe diameter of outlet pipe, in mm	4 temperature measuring device
2 The sound level sensor shall be located at a distance of 1 m from the outer surface to the pipe and should be no closer than 0,5 m to the nearest chamber surface.	5 pressure measuring device
3 The test section piping inside the test chamber should be continuous with no flanges, circumferential joints, or other pipewall reinforcements.	6 test specimen
4 For specimens 150 mm (6 in) and smaller, 1,0 m minimum and 3,0 m maximum. Above 150 mm size, 6 D minimum and 20 D maximum should be held (see Clause 6 for further clarification).	7 test section piping (Note 3)
	8 acoustic environment (test chamber)
	10 sound level sensor (Note 2)

Figure 2a – Test arrangement with test specimen outside acoustic environment



IEC 2134/11

NOTES	<i>System components</i>
1 D = nominal pipe diameter of outlet pipe, in mm	4 temperature measuring device
2 The sound level sensor should be located at a distance of 1 m from the outer surface of the pipe and shall be no closer than 0,5 m to the nearest chamber surface.	5 pressure measuring device
3 The test section piping inside the test chamber should be continuous with no flanges, circumferential joints, or other pipewall reinforcements.	6 test specimen
4 For specimens 150 mm (6 in) and smaller, 1,0 m minimum and 3,0 m maximum. Above 150 mm size, 6 D minimum and 20 D maximum should be held (see Clause 6 for further clarification).	7 test section piping (Note 3)
	8 acoustic environment (test chamber)
	10 sound level sensor (Note 2)

Figure 2b – Alternative test arrangement with test specimen inside acoustic environment

Figure 2 – Test arrangements with specimen outside and (alternatively) inside acoustic environment

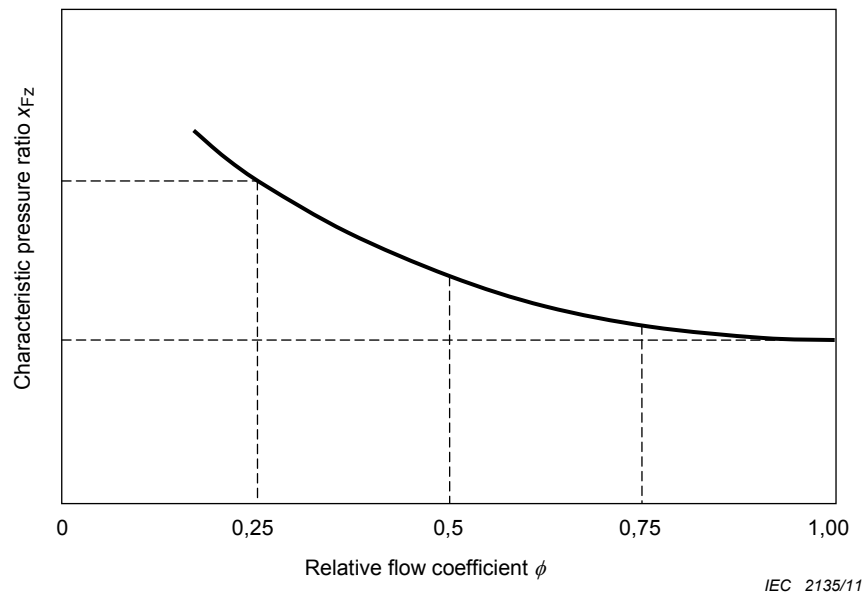
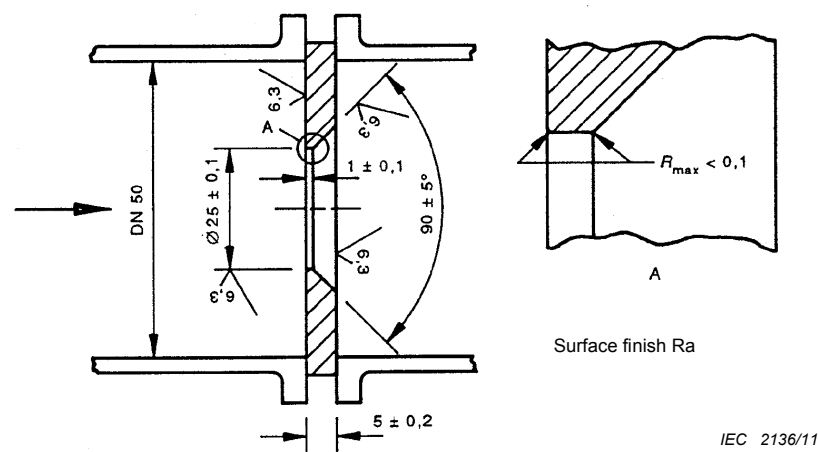
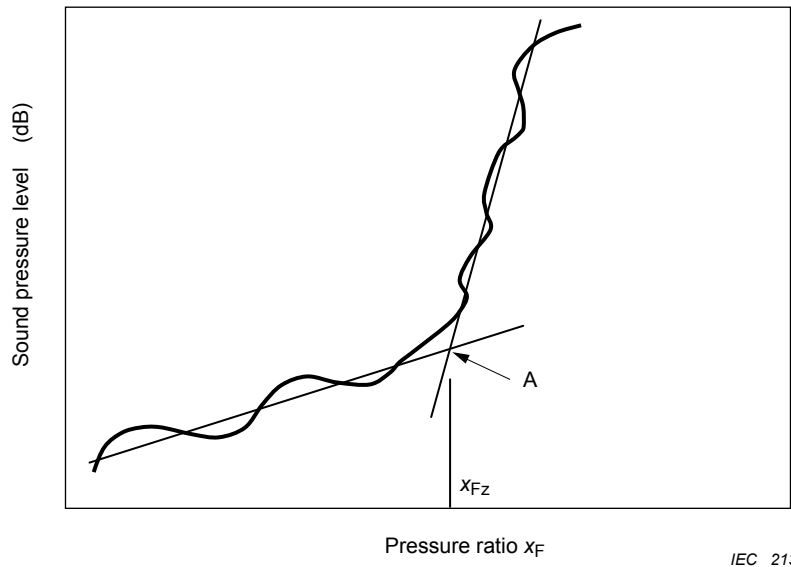


Figure 3 – Typical curve for characteristic pressure ratio x_{Fz}



Dimensions in millimetres

Figure 4 – Reference test orifice plate (see 8.2.1)



IEC 2137/11

Figure 5 – Determination of x_{Fz} by peak frequency method (see 8.3.1)

Line 1: from $\overline{x_{F1}}, \overline{L_{pA1}}$
 $\overline{x_{F2}}, \overline{L_{pA2}}$
 $\overline{x_{F3}}, \overline{L_{pA3}}$

Line 2: from $\overline{x_{F4}}, \overline{L_{pA4}}$
 $\overline{x_{F5}}, \overline{L_{pA5}}$
 $\overline{x_{F6}}, \overline{L_{pA6}}$

Determined by linear regression

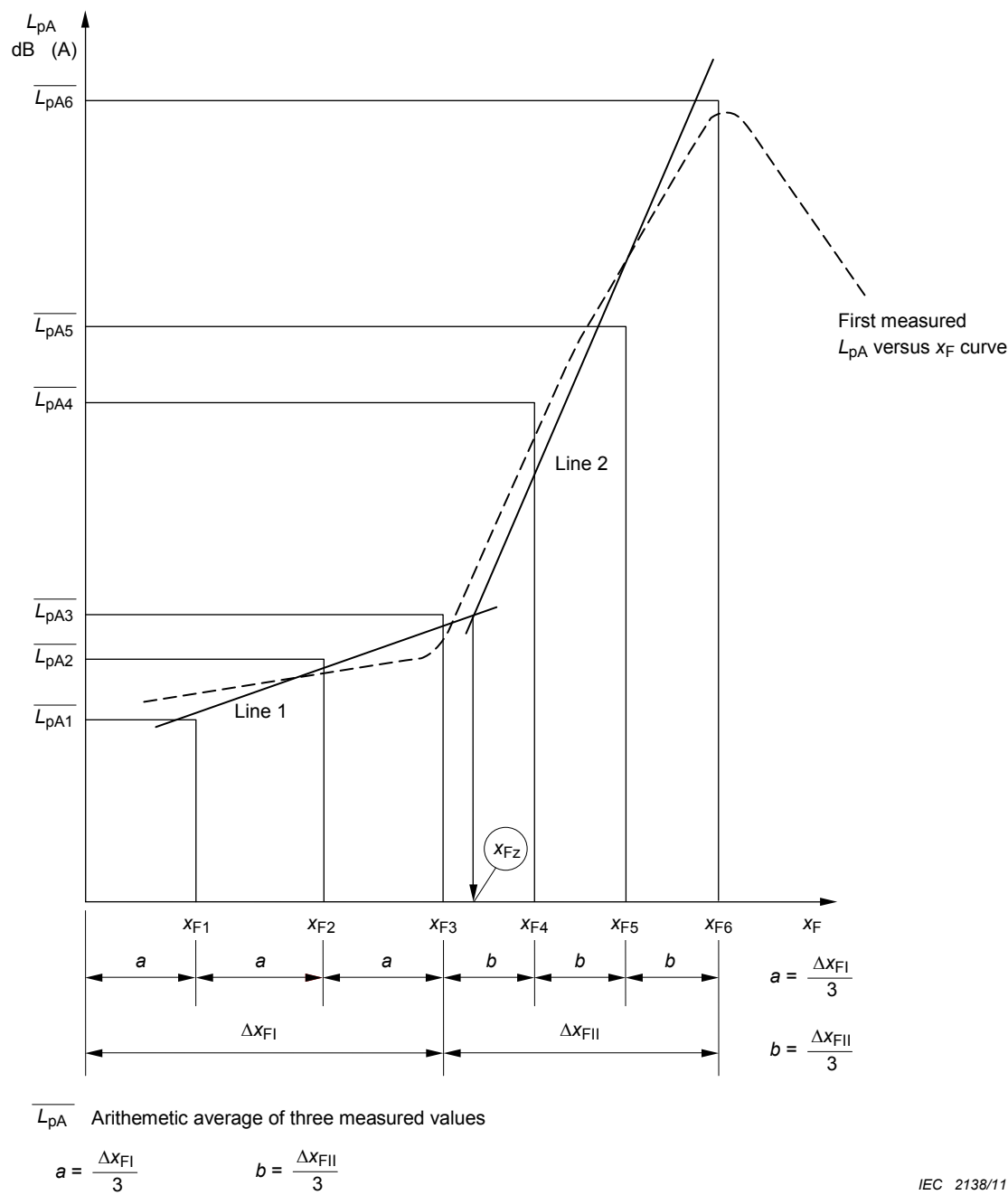
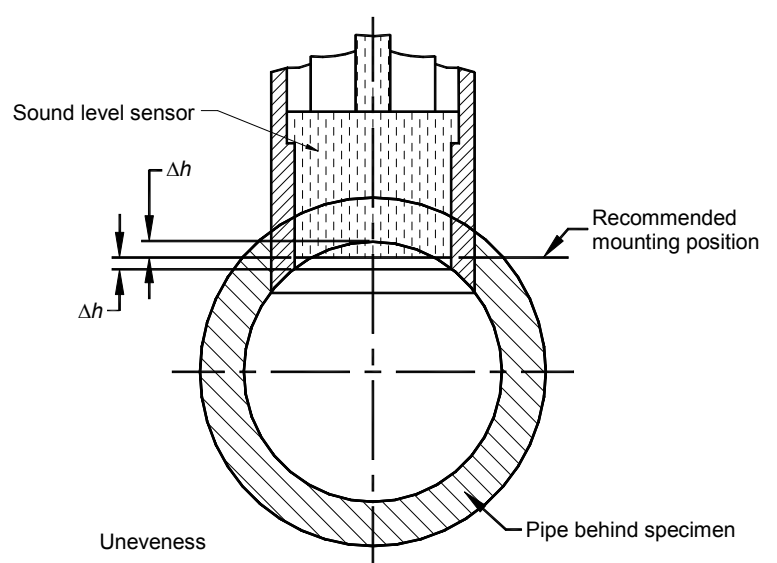


Figure 6 – Determination of x_{Fz} by measuring the overall L_{pA} , dB(A), at a constant valve travel



IEC 2139/11

Figure 7 – Mounting position of the sound level meter in the pipe for $\Delta h < 0,5$ mm

If it is not possible to keep Δh , as shown on Figure 7, less than 0,5 mm, the mismatch shall be compensated either by means of a filling compound in a flat angle $< 8^\circ$ between sound level meter and pipe wall or by special shaping of the inner pipe wall.

Bibliography

ISO 7-1:1994, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances, and designation*

ISO 65:1981, *Carbon steel tubes suitable for screwing in accordance with ISO 7-1*

ISO 4200: 1991, *Plain end steel tubes, welded and seamless – General Tables of dimensions and masses per unit length*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Symboles	29
5 Critères d'essais généraux	30
5.1 Généralités.....	30
5.2 Eléments de régulation de pression.....	30
5.3 Isolation du spécimen d'essai	30
5.4 Tuyauterie de la section d'essai	30
5.5 Prises de pression.....	30
5.6 Environnement acoustique	30
5.7 Instrumentation	31
6 Mesure de la pression acoustique externe.....	31
6.1 Généralités.....	31
6.2 Instrumentation pour la mesure du bruit	31
6.3 Précision des résultats d'essai	31
6.4 Résultats d'essai	32
7 Mesure de la pression acoustique interne.....	32
7.1 Dispositif d'essai	32
7.2 Instrumentation pour la mesure du bruit	33
7.3 Fluide d'essai	33
7.4 Bruit de fond	33
7.5 Position du sonomètre	33
7.6 Précision des résultats d'essai	33
7.7 Résultats d'essai	34
7.8 Précision	34
7.9 Evaluation des résultats	34
8 Détermination du rapport de pression caractéristique x_{Fz}	35
8.1 Généralités.....	35
8.2 Procédures d'essai.....	35
8.2.1 Fluide d'essai	35
8.2.2 Conditions d'essai pour déterminer x_{Fz}	35
8.3 Détermination de x_{Fz}	36
8.3.1 Méthode de la fréquence dominante	36
8.3.2 Méthode du niveau global pondéré A.....	36
Bibliographie.....	45
Figure 1 – Composants système pour essai de bruit de vanne de contrôle en boucle ouverte et en boucle fermée	38
Figure 2 – Disposition d'essai avec un échantillon à l'extérieur et (alternativement) à l'intérieur de l'environnement acoustique	40
Figure 3 – Courbe typique du rapport de pression caractéristique x_{Fz}	41
Figure 4 – Plaque à orifice de l'essai de référence (voir 8.2.1).....	41
Figure 5 – Détermination de x_{Fz} par la méthode de la fréquence dominante (voir 8.3.1)	42

Figure 6 – Détermination de x_{Fz} par mesure du L_{pA} global, dB(A), à une course constante de la vanne	43
Figure 7 – Position de montage du sonomètre dans la tuyauterie pour $\Delta h < 0,5$ mm	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-2: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60534-8-2 a été établie par le sous-comité 65B: Equipements de mesure et de contrôle-commande, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1991, et constitue une révision technique qui inclut la mesure du bruit interne.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/801/FDIS	65B/808/RVD

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

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

La liste de toutes les parties de la série IEC 60534, présentées sous le titre général *Vannes de régulation des processus industriels* peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-2: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60534-8 décrit la méthode de mesure du niveau de pression acoustique dû à un débit de liquide au travers d'une vanne de régulation, et la méthode de détermination de l'augmentation caractéristique du bruit due au début de la cavitation. Elle définit également l'équipement, les méthodes et procédures de mesure en laboratoire du bruit aérien, nécessaires à la détermination de ces caractéristiques.

Deux méthodes d'essai pour les caractéristiques de génération de bruit des vannes de régulation sont fournies.

La première est une méthode uniforme de mesure du bruit rayonné par la vanne et la tuyauterie d'essai associée, y compris les restrictions fixes au travers desquelles passe le fluide d'essai (eau) (voir Note 1). Les critères de bruit sont exprimés en déterminant le niveau de pression acoustique de la vanne considérée.

La seconde consiste en une procédure de mesure des niveaux de pression acoustique dans les tuyauteries en amont et en aval de la vanne, dans des conditions de fonctionnement fixes. Dans la mesure où les incertitudes liées à la transmission par la tuyauterie sont éliminées, il convient de privilégier cette méthode pour l'évaluation des caractéristiques sonores des vannes.

Les caractéristiques sonores à déterminer sont utiles pour:

- déterminer les caractéristiques sonores des vannes et des ensembles de vannes, et le facteur de rapport de pression caractéristique x_{Fz} d'une vanne de régulation;
- prévoir le bruit de la vanne dans des conditions de processus données;
- comparer les performances de différents types de vannes et les différents résultats de mesure;
- envisager des mesures pour augmenter la durée de vie et réduire le bruit;
- déterminer les éventuels effets préjudiciables sur les mesures réalisées avec un débitmètre à ultrasons;
- dimensionner correctement les isolants acoustiques.

NOTE 1 Les fluides d'essai différents de l'eau ou les vannes sans tuyauterie en aval ne font pas partie du domaine d'application de la présente partie de la CEI 60534-8.

NOTE 2 Le facteur x_{Fz} est utilisé dans la méthode de prévision du bruit qui est décrite dans la CEI 60534-8-4.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60534-1:2005: *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 1: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales*

CEI 60534-2-3:1997: *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 2-3: Capacité d'écoulement – Procédures d'essais*

CEI 60534-8-4: *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 8-4 : Considérations sur le bruit – Prévion du bruit généré par un écoulement hydrodynamique*

CEI 61672-1: 2002, *Sonomètres – Partie 1 : Spécifications*

ISO 3744: 1994, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3745: 2003, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïques et semi-anéchoïques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60534-1 ainsi que le suivant s'appliquent.

3.1

spécimen d'essai

vanne ou combinaison de vannes, convergent, divergent ou autres raccords pour lesquels des résultats d'essai sont recherchés. Tout autre élément ou accessoire nécessaire à la manœuvre correcte du spécimen doit être pris en compte

4 Symboles

Symbole	Description	Unité
C	Coefficient de débit (C_V , K_V)	Diverses (voir CEI 60534-1)
F_L	Facteur de récupération de pression d'une vanne de régulation sans raccords adjacents, à débit engorgé	Sans dimension
F_{LP}	Facteur de récupération de pression d'une vanne de régulation avec raccords adjacents, à débit engorgé	Sans dimension
F_p	Facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie	Sans dimension
L_{pi}	Niveau de pression acoustique interne sur la paroi de la tuyauterie	dB(réf P_0)
$\dot{m}$	Débit massique	kg/s
p_1	Pression statique absolue à l'entrée de la vanne	kPa ou bar
p_2	Pression statique absolue à la sortie de la vanne	kPa ou bar
Δp	Pression différentielle entre prises de pression amont et aval ($p_1 - p_2$)	kPa ou bar
Q	Débit volumique	m ³ /h
T_1	Température à l'entrée	K
T_2	Température à la sortie	K
u	Moyenne (vitesse moyenne du fluide)	m/s
x_F	Rapport de pression différentielle entre la pression à l'entrée p_1 et la pression de vapeur p_v ($\Delta p/(p_1 - p_v)$)	Sans dimension
x_{Fz}	Valeur de x_F , pour laquelle le bruit de cavitation devient dominant par rapport au bruit sans cavitation.	Sans dimension

5 Critères d'essais généraux

5.1 Généralités

Le bruit hydrodynamique peut être mesuré à l'extérieur tel qu'il est rayonné par la tuyauterie, ou à l'intérieur tel qu'il se propage dans le fluide. Ces deux mesures peuvent être effectuées avec les boucles d'essai en circuit fermé ou ouvert, illustrées aux Figures 1a et 1b.

Les informations suivantes sont communes à toutes les configurations d'essai.

5.2 Eléments de régulation de pression

Les éléments amont et/ou aval de régulation de pression sont utilisés pour réguler les pressions d'essai. Il convient de prendre des précautions pour éviter les différentiels de pressions créant un bruit significatif, par exemple la cavitation. Si de telles pertes de charge sont inévitables, il est recommandé d'utiliser des silencieux, voir 5.5, tels qu'illustrés à la Figure 1. Il convient d'installer les débitmètres conformément aux instructions du fabricant.

5.3 Isolation du spécimen d'essai

Le spécimen d'essai ne doit pas être pourvu d'une isolation quelconque autre que celle posée par le fabricant comme partie de la production normale pour le spécimen d'essai.

5.4 Tuyauterie de la section d'essai

Il n'y a aucune limitation sur la longueur maximale de tuyauterie raccordée en amont ou en aval du spécimen d'essai. La tuyauterie doit être non isolée. La tuyauterie amont ou aval exposée qui se trouve dans l'environnement acoustique doit être rectiligne et d'une seule pièce, c'est-à-dire sans bride, assemblage circulaire ou autre surépaisseur de tuyauterie. La longueur de la tuyauterie en aval se trouvant dans le champ de mesure, doit être telle qu'indiquée sur la Figure 2a ou la Figure 2b. La longueur correspondante en amont doit être d'au moins 1 m.

Il convient de minimiser, autant que possible, les différences de diamètre du spécimen d'essai entre l'entrée de la vanne, la sortie de la vanne et les tuyauteries adjacentes. La distance entre l'axe de la tuyauterie et le sol doit être d'environ 1 m.

D'autres épaisseurs ou matériaux de tuyauterie ainsi que des tuyauteries isolées peuvent être utilisés, mais doivent être signalés dans les résultats d'essai comme conditions d'essai optionnelles.

5.5 Prises de pression

Les prises de pression doivent être prévues pour la mesure des pressions et doivent être conformes à la CEI 60534-2-3.

5.6 Environnement acoustique

L'environnement d'essai doit être maîtrisé, de telle sorte que le bruit de fond, le bruit réfléchi ou tout autre bruit extérieur soit d'au moins 10 dB inférieur au bruit rayonné par la section d'essai. En fonction du dispositif d'essai et de l'environnement acoustique, il peut se révéler nécessaire d'installer des silencieux en amont et en aval. Des considérations générales sur l'environnement acoustique peuvent être trouvées dans l'ISO 3744 et l'ISO 3745. Aucune correction du niveau de pression acoustique ne doit être réalisée pour la présence de bruit extérieur.

5.7 Instrumentation

L'instrumentation de mesure du niveau de pression acoustique doit être conforme à la CEI 61672-1, Classe 1 ou Classe 2. Les caractéristiques du sonomètre doivent être conformes à la CEI 61272-1, Tableau 2 (pondéré A). L'étalonnage du sonomètre et les résultats d'essai de sensibilité doivent être corrigés par rapport à la valeur au niveau de la mer.

Des instruments supplémentaires tels que des dispositifs d'enregistrement électronique et des ordinateurs ne doivent pas engendrer des erreurs dans les résultats de mesure de plus de ± 1 dB.

6 Mesure de la pression acoustique externe

6.1 Généralités

Des variantes du dispositif d'essai sont illustrées aux Figures 2a et 2b.

Le dispositif d'essai de la Figure 2a considère la vanne de régulation comme un dispositif rayonnant du bruit.

Le dispositif d'essai de la Figure 2b ne comporte pas la vanne, mais il fournit un champ acoustique uniforme rayonnant de la tuyauterie.

6.2 Instrumentation pour la mesure du bruit

Le sonomètre doit être positionné au niveau de l'axe de la tuyauterie à 1 m de la surface la plus proche de la tuyauterie. La distance en aval de la sortie du spécimen d'essai doit être égale à six fois le diamètre nominal de la tuyauterie (en aval), mais pas inférieure à 1 m (se reporter aux Figures 2a et 2b). L'orientation du microphone par rapport à la tuyauterie doit respecter les exigences du fabricant du microphone.

6.3 Précision des résultats d'essai

La précision de mesure sur le débit, la pression et la température doit être conforme à la CEI 60534-2-3.

6.4 Résultats d'essai

La description du spécimen d'essai, de l'installation d'essai, ainsi que les données suivantes doivent être consignées:

		Unités
1	Pression absolue en amont, p_1	kPa ou bar
2	Pression différentielle, Δp	kPa ou bar
3	Pression différentielle correspondant au rapport de pression caractéristique, Δp_k	kPa ou bar
4	Pression de vapeur absolue, p_v	kPa ou bar
5	Masse volumique du fluide d'essai, ρ	kg/m ³
6	Température du fluide en amont, T_1	K
7	Rapport de pression caractéristique, x_{Fz} pour la plaque à orifice	Sans dimension
8	Débit volumique, Q	m ³ /h
9	Course nominale	mm ou degrés
10	Course relative, h	Sans dimension
11	Coefficient de débit aux courses d'essai (A_v , K_v , C_v)	Diverses (voir CEI 60534-1)
12	Coefficient de débit relatif à la course d'essai, ϕ	Sans dimension
13	Rapport de pression caractéristique, $x_{Fz,\phi}$ (voir note)	Sans dimension
14	Niveau de pression acoustique à chaque point de mesure L_p	dB ou dB(A) (selon l'essai)
15	Fréquence dominante	Hz
16	Instruments utilisés	
17	Position du sonomètre	
18	Description du spécimen d'essai incluant la dimension nominale de la vanne, la direction de l'écoulement, etc.	
19	Description de l'installation d'essai incluant: a) tuyauteries et instrumentation (schémas) b) dimension nominale et épaisseur de la tuyauterie c) chambre environnementale (si nécessaire) d) schéma dimensionnel de l'installation d'essai	
20	Tout écart par rapport à la présente partie de la CEI 60534-8	

NOTE Se reporter à l'Article 8 pour les valeurs de ϕ pour lesquelles les données d'essai seront considérées.

7 Mesure de la pression acoustique interne

7.1 Dispositif d'essai

La Figure 1a illustre la disposition théorique d'un banc d'essai de mesure de la pression acoustique interne.

Le dispositif de mesure et les instruments de mesure des paramètres Q , T_1 , p_1 et T_2 , p_2 doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60534-2-3.

Le silencieux 4b en amont et le silencieux 9b en aval doivent être conçus pour empêcher toute augmentation du bruit mesuré due à la puissance acoustique générée par la vanne de régulation de pression 3 en amont et la vanne de régulation de pression 9 en aval. Ils doivent également empêcher toute réflexion acoustique du bruit créée par le dispositif mesuré 6. Ce dernier est considéré satisfaisant lorsque l'atténuation obtenue avec le silencieux atteint 15 dB dans la gamme de fréquences considérée.

7.2 Instrumentation pour la mesure du bruit

Le sonomètre se trouvant dans le fluide doit être approprié aux conditions de fonctionnement données. Pour la mesure des pressions s'écartant sensiblement de la pression d'air normale, il est recommandé d'utiliser des capteurs de pression dynamique. Il convient que l'intervalle dynamique de mesure du dispositif de capteur de pression (intervalle compris entre le bruit de fond et la surmodulation) soit d'au moins 80 dB. Il convient que la gamme de fréquences soit comprise entre 40 (fréquence centrale de bande d'octave 63 Hz ou de bande de tiers d'octave 50 Hz) et 22 400 Hz (fréquence centrale de bande d'octave 16 000 Hz ou de bande de tiers d'octave 20 000 Hz), avec un écart d'amplitude de ± 1 dB. Avant et après chaque mesure, le dispositif de mesure doit être soumis à essai au moyen d'un calibre acoustique.

NOTE Certains dispositifs internes de réduction du bruit ont des fréquences dominantes supérieures à 16 000 Hz. Il est recommandé de vérifier que la fréquence dominante se situe dans l'étendue de mesure du sonomètre avant de traiter les résultats de mesure. La fréquence dominante est la fréquence à laquelle le niveau de pression acoustique varie d'au moins 4 dB par octave au-dessus et au-dessous de cette fréquence.

Des instruments supplémentaires tels que des dispositifs d'enregistrement électronique et des ordinateurs ne doivent pas engendrer des erreurs dans les résultats de mesure de plus de ± 1 dB.

7.3 Fluide d'essai

L'eau est le seul fluide retenu par la procédure d'essai, car tous les autres fluides incompressibles se comportent différemment et ne permettent pas une comparaison des résultats d'essai. L'eau doit être suffisamment exempte de particules en suspension, d'air ou autres gaz, de façon à ne pas affecter les résultats d'essai.

La vitesse moyenne du fluide u circulant sur la surface de mesure doit être limitée en choisissant un diamètre nominal de tuyauterie approprié, de sorte que le niveau de bruit dû aux perturbations dans la couche limite, soit inférieur d'au moins 5 dB au niveau de pression acoustique interne mesuré.

7.4 Bruit de fond

Le bruit de fond ou le bruit induit par le dispositif de mesure, ou par le banc d'essai lui-même, doit être inférieur d'au moins 5 dB au niveau de pression acoustique interne mesuré dans la bande d'octaves comprise entre 63 Hz et 16 000 Hz.

7.5 Position du sonomètre

Le sonomètre doit être positionné sur la surface de mesure. La prise de montage du sonomètre doit se situer dans la partie inférieure de la tuyauterie transportant les liquides. La prise doit être à niveau avec la paroi interne de la tuyauterie, afin d'empêcher la génération de bruit secondaire (voir Figure 7).

7.6 Précision des résultats d'essai

Les précisions de mesure sur le débit, la pression, la course et la température doivent être conformes à la CEI 60534-2-3.

7.7 Résultats d'essai

Pour la détermination des caractéristiques sonores, les rapports de pression x_F au niveau du spécimen d'essai doivent couvrir une large étendue de mesure. L'étendue de mesure recommandée est $x_F > 0,1$. Les résultats suivants doivent être enregistrés:

- | | | |
|-----|---|-------------------------------------|
| 1) | Pression absolue en amont | kPa ou bar |
| 2) | Pression différentielle et/ou pression en aval | kPa ou bar |
| 3) | Température du fluide en amont | K |
| 4) | Température du fluide en aval | K |
| 5) | Débit volumique | m ³ /h (voir note), kg/s |
| 6) | Course relative | Sans dimension |
| 7) | Résultats acoustiques: | dB |
| | Les niveaux de pression acoustique non pondérés L_{pi} , mesurés dans les bandes de tiers d'octave, dans la gamme de bandes d'octaves comprise entre 63 Hz et 16 000 Hz | |
| 8) | Description du spécimen d'essai, incluant au moins les éléments suivants: | |
| | a) Dimension nominale de la vanne | |
| | a) Description des raccords | |
| | b) Description de la direction de l'écoulement | |
| | c) Coefficient de débit nominal C (K_v ou C_v) | Diverses (voir CEI 60534-1) |
| | d) Course nominale/angle d'ouverture | mm/° |
| 9) | Description de l'installation d'essai incluant: | |
| | a) Tuyauteries et instrumentation (schémas) | |
| | b) Dimension nominale et épaisseur de la tuyauterie | |
| | c) Matériau de tuyauterie | |
| | d) Schéma dimensionnel de l'installation d'essai | |
| 10) | Description du fluide d'essai, incluant l'un des éléments suivants: | |
| | a) Pression de vapeur absolue | kPa ou bar |
| | b) Masse volumique | kg/m ³ |
| 11) | Description des instruments | |
| 12) | Coefficient de débit C (K_v ou C_v) à la course d'essai | Diverses (voir CEI 60534-1) |
| 13) | Facteur de récupération de pression d'une vanne de régulation sans raccords adjacents, F_L , à débit engorgé | Sans dimension |
| 14) | Facteur de récupération de pression d'une vanne de régulation avec raccords adjacents, F_{LP} , à débit engorgé | Sans dimension |
| 15) | Facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie, F_p | Sans dimension |
| 16) | Tout écart par rapport à la présente norme | |

7.8 Précision

La précision globale de cette méthode est limitée à ± 3 dB.

7.9 Evaluation des résultats

Les résultats doivent être évalués conformément à la CEI 60534-8-4.

Le facteur x_{Fz} peut également être déterminé en appliquant la procédure décrite à l'Article 8, en utilisant le niveau de pression acoustique interne L_{pi} en lieu et place du niveau de pression acoustique externe.

8 Détermination du rapport de pression caractéristique x_{Fz}

8.1 Généralités

Le rapport de pression x_F est défini comme suit:

$$x_F = \frac{\Delta p}{p_1 - p_v}$$

Lorsque l'on augmente x_F jusqu'à une valeur assez grande, il y a transition de l'écoulement sans cavitation à l'écoulement avec cavitation. La pression différentielle pour laquelle le niveau de pression acoustique commence à s'accroître sous l'effet de la cavitation lors de cette transition est Δp_k . Le rapport de pression associé est le rapport de pression caractéristique x_{Fz} , et il est défini comme suit:

$$x_{Fz} = \frac{\Delta p_k}{p_1 - p_v} \cdot \left(\frac{p_1}{6 \times 10^2} \right)^{0,125}$$

Conformément à la CEI 60534-8-4, le rapport x_{Fz} est associé à la pression d'entrée de référence $p_1 = 6$ bars (600 kPa). Si d'autres pressions d'entrée sont utilisées, une correction doit être apportée au deuxième terme de l'équation susmentionnée (p_1 en kPa). Généralement, x_{Fz} varie avec la course et doit être mesuré aux coefficients de débit relatifs de 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00 ou à défaut à la plus grande valeur qu'il est possible d'atteindre. Si nécessaire, il convient d'inclure des mesures additionnelles à d'autres coefficients de débit relatifs. À partir de ces valeurs de x_{Fz} , le x_{Fz} pour d'autres valeurs du coefficient de débit relatif peut être obtenu à l'aide d'une interpolation linéaire. La valeur de x_{Fz} au coefficient de débit relatif ϕ est notée $x_{Fz,\phi}$. Se reporter à la Figure 3 pour une courbe typique de x_{Fz} .

8.2 Procédures d'essai

8.2.1 Fluide d'essai

L'eau est le seul fluide retenu par la procédure d'essai, car tous les autres fluides incompressibles se comportent différemment et ne permettent pas une comparaison des résultats d'essai. L'eau doit être suffisamment exempte de particules en suspension, d'air ou autres gaz, de façon à ne pas affecter les résultats d'essai. Pour s'en assurer, la qualité de l'eau doit être soumise à essai préalablement au moyen d'une plaque à orifice spéciale qui doit être considérée comme la plaque à orifice de référence (Figure 4). Cette plaque à orifice doit être installée sur une tuyauterie de DN 50 (soit sur une dérivation permanente, soit en changeant la section d'essai). Le rapport de pression caractéristique x_{Fz} pour la plaque à orifice doit être déterminé à une pression absolue en amont comprise entre 300 kPa et 400 kPa (3 bars et 4 bars). La valeur de x_{Fz} ne doit pas être inférieure à 0,35. L'eau, à une température comprise entre 5 °C et 40 °C, doit être le fluide de base utilisé pour cette procédure d'essai. Pendant l'essai, la température doit rester constante à ± 3 °C.

D'autres plaques à orifice peuvent être utilisées, à condition que la pression amont soit entre les valeurs indiquées ci-dessus. Les dimensions indiquées sur la Figure 4 doivent rester les mêmes, à l'exception des diamètres qui doivent changer pour garder un rapport d'ouverture constant de 0,25.

8.2.2 Conditions d'essai pour déterminer x_{Fz}

La détermination de x_{Fz} dépend de nombreux paramètres. Une explication détaillée dépasse le cadre de la présente section de la CEI 60534-8. Afin de rendre les résultats d'essai comparables, les conditions d'essai suivantes doivent être respectées:

- a) Les boucles d'essai en circuit fermé ou ouvert peuvent être utilisées conformément à la Figure 1a et à la Figure 1b, à condition de respecter toutes les exigences de la présente norme.
- b) La pression absolue en amont p_1 doit être comprise entre 500 kPa et 700 kPa (5 bars et 7 bars). La pression d'essai retenue doit être maintenue constante à $\pm 5 \%$.

NOTE Il convient de veiller à ne pas dépasser les conditions de service assignées prévues pour la vanne.

- c) Pour éviter des résultats incorrects dus à «l'hystérésis de la cavitation», le rapport de pression caractéristique x_{Fz} doit être déterminé en faisant diminuer le rapport de pression x_F , de sorte qu'il y ait une transition de l'écoulement avec cavitation vers l'écoulement sans cavitation.
- d) Le fluide de base utilisé dans cette procédure d'essai doit être de l'eau à une température comprise entre 5 °C et 40 °C. Pendant l'essai, cette température doit rester constante à $\pm 3 \text{ °C}$.

8.3 Détermination de x_{Fz}

8.3.1 Méthode de la fréquence dominante

La détermination de x_{Fz} par cette méthode nécessite la mesure du niveau de pression acoustique (L_p) à la fréquence dominante. La procédure est la suivante (se reporter à la Figure 5):

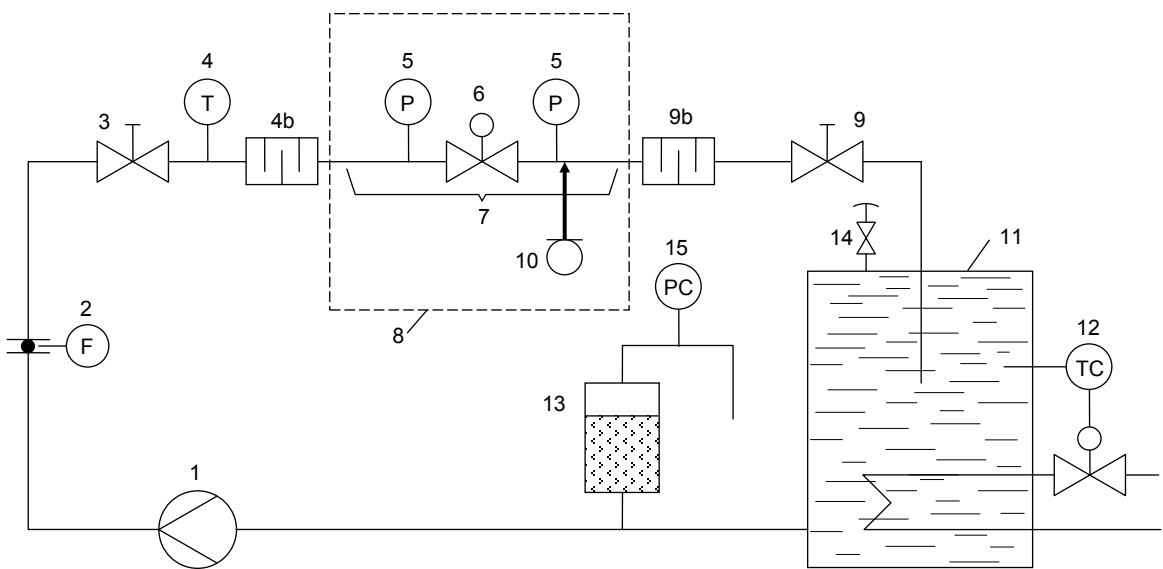
- a) choisir une course correspondant à l'un des coefficients de débit relatifs donnés à l'Article 8;
- b) faire décroître le rapport de pression x_F de façon à obtenir une transition d'un écoulement avec cavitation à un écoulement sans cavitation, et mesurer L_p en fonction de la fréquence pour chaque valeur de x_F retenue;
- c) à partir des résultats obtenus en b), déterminer la fréquence approximative donnant une valeur maximale de réponse L_p . Il s'agit de la fréquence dominante;
- d) avec un sonomètre équipé d'un filtre en bandes d'octaves incluant la fréquence dominante, mesurer L_p à mesure que x_F décroît. La variation de x_F doit être suffisante pour établir les courbes à la fois dans la région de l'écoulement avec cavitation et de l'écoulement sans cavitation;
- e) pour chacune des deux régions avec et sans cavitation, tracer la ligne droite qui approche au mieux les points de mesure. L'intersection des deux droites doit déterminer la valeur de x_{Fz} . Voir le point A de la Figure 5;
- f) répéter cette procédure pour les autres coefficients de débit relatifs donnés à l'Article 8.

8.3.2 Méthode du niveau global pondéré A

Cette méthode de détermination de x_{Fz} nécessite la mesure du niveau de pression acoustique global (L_{pA}) en utilisant la méthode du niveau global pondéré A. La procédure est la suivante (se reporter à la Figure 6):

- a) à la course choisie (correspondant à l'un des coefficients de débit relatifs donnés à l'Article 8), la courbe L_{pA} en fonction de x_F qui est représentée par la ligne pointillée, doit être déterminée. Faire décroître le rapport de pression x_F de façon à obtenir la transition de l'écoulement avec cavitation à l'écoulement sans cavitation, et mesurer L_{pA} pour chaque valeur de x_F retenue;
- b) à partir de la courbe ci-dessus, x_{F3} et x_{F6} , qui sont les valeurs approximatives à partir desquelles la courbe de L_{pA} change de pente, doivent être déterminées;
- c) chacun des intervalles Δx_{F1} et Δx_{F11} doit être divisé en trois parties égales (appelées «a» et «b», respectivement);
- d) à chacune des valeurs x_{F6} à x_{F1} , le niveau de pression acoustique global pondéré A doit être mesuré. Cette procédure doit être répétée deux fois pour avoir ainsi trois séries de mesures;

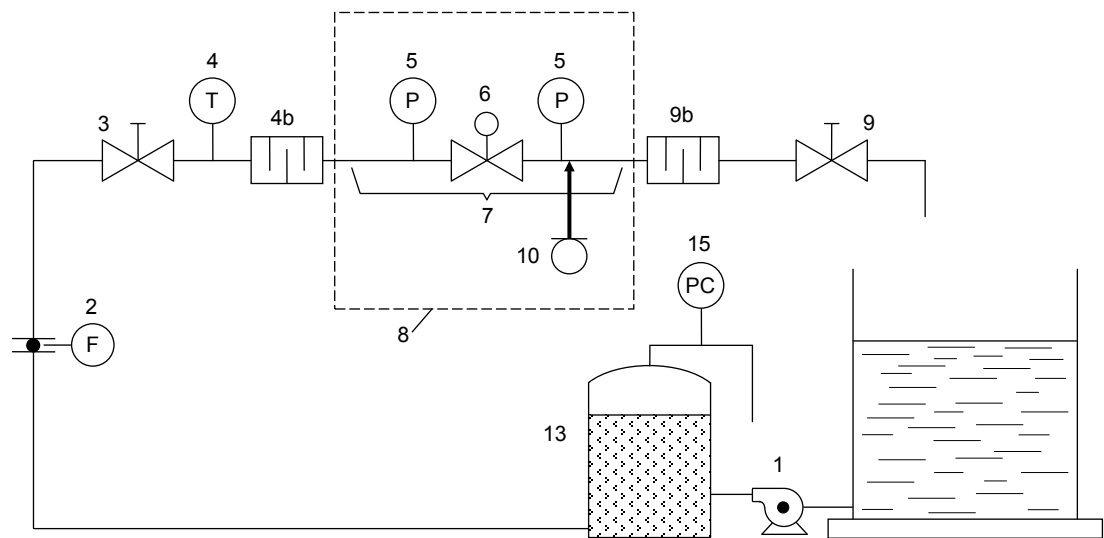
- e) pour chaque valeur de x_F , la moyenne arithmétique, $\overline{L_{pA}}$, des trois valeurs L_{pA} , doit être calculée et les points tracés;
- f) au moyen des valeurs $\overline{L_{pA}}$ de x_{F1} à x_{F6} , les droites appelées droite 1 et droite 2 doivent être tracées par une régression linéaire;
- g) l'intersection des droites 1 et 2 doit être déterminée. La valeur de x_F à ce point est x_{FZ} ;
- h) répéter cette procédure pour les autres coefficients de débit relatifs donnés à l'Article 8.



IEC 2131/11

NOTES	Eléments du dispositif d'essai
1 Se reporter à la Figure 2a ou 2b pour la mise en place des éléments 8 (environnement acoustique) et 10 (microphone)	1 = pompe
2 Les éléments 8, 12 et 15 sont optionnels	2 = débitmètre
	3 = vanne de réglage amont
	4 = appareil de mesure de température
	4b = silencieux en ligne en amont (si nécessaire)
	5 = appareil de mesure de pression
	6 = spécimen d'essai
	7 = tuyauterie de la section d'essai
	8 = environnement acoustique (chambre d'essai) (Notes 1 et 2)
	9 = vanne de réglage aval
	9b = silencieux en ligne en aval (si nécessaire)
	10 = sonomètre (Note 1)
	11 = réservoir d'eau
	12 = appareil de régulation de température (Note 2)
	13 = réservoir avec coussin d'air pour augmenter la pression statique, si nécessaire
	14 = vanne d'échappement
	15 = régulateur de pression (Note 2)

Figure 1a – Essai de bruit avec boucle en circuit fermé d'une vanne de régulation
– Eléments du dispositif d'essai

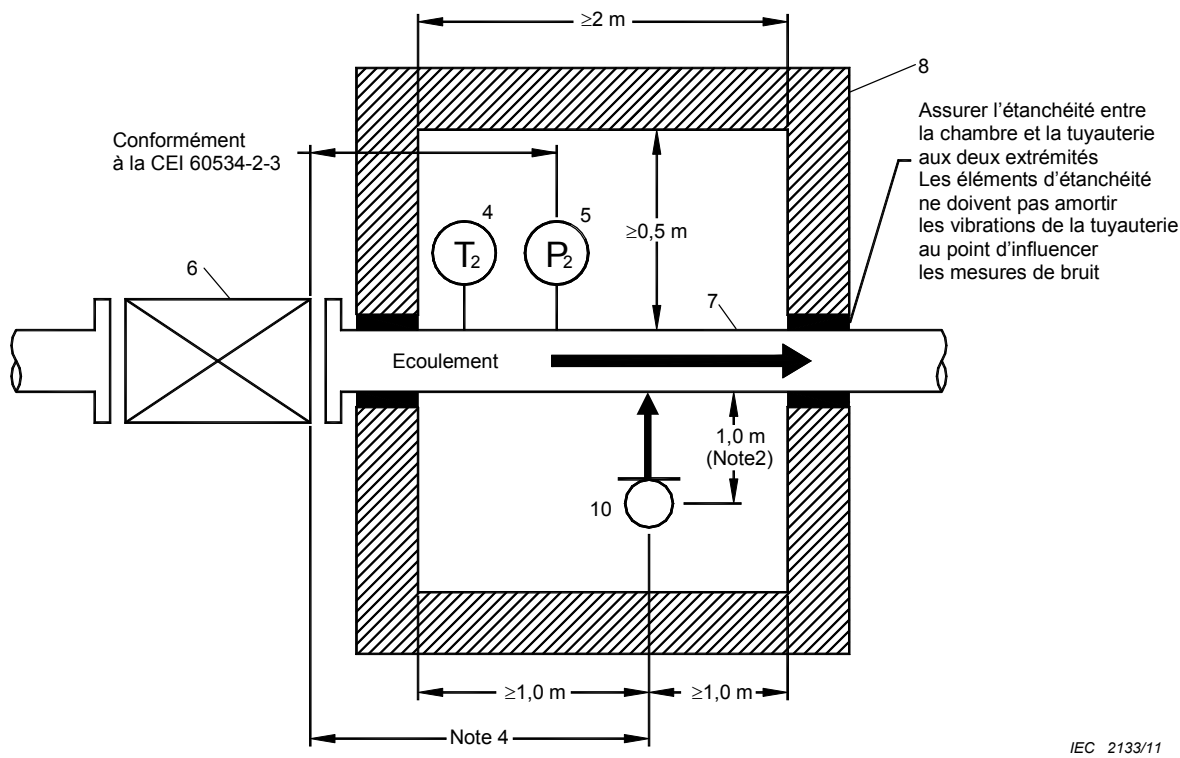


IEC 2132/11

NOTES	Eléments du dispositif d'essai
1 Se reporter à la Figure 2a ou 2b pour la mise en place des éléments 8 (environnement acoustique) et 10 (microphone)	1 = pompe
2 Les éléments 8, 12 et 15 sont optionnels	2 = débitmètre
	3 = vanne de réglage amont
	4 = appareil de mesure de température
	4b = silencieux en ligne en amont (si nécessaire)
	5 = appareil de mesure de pression
	6 = spécimen d'essai
	7 = tuyauterie de la section d'essai
	8 = environnement acoustique (chambre d'essai) (Notes 1 et 2)
	9 = vanne de réglage aval
	9b = silencieux en ligne en aval (si nécessaire)
	10 = sonomètre (Note 1)
	11 = réservoir d'eau
	13 = réservoir avec coussin d'air pour augmenter la pression statique, si nécessaire
	15 = régulateur de pression (Note 2)

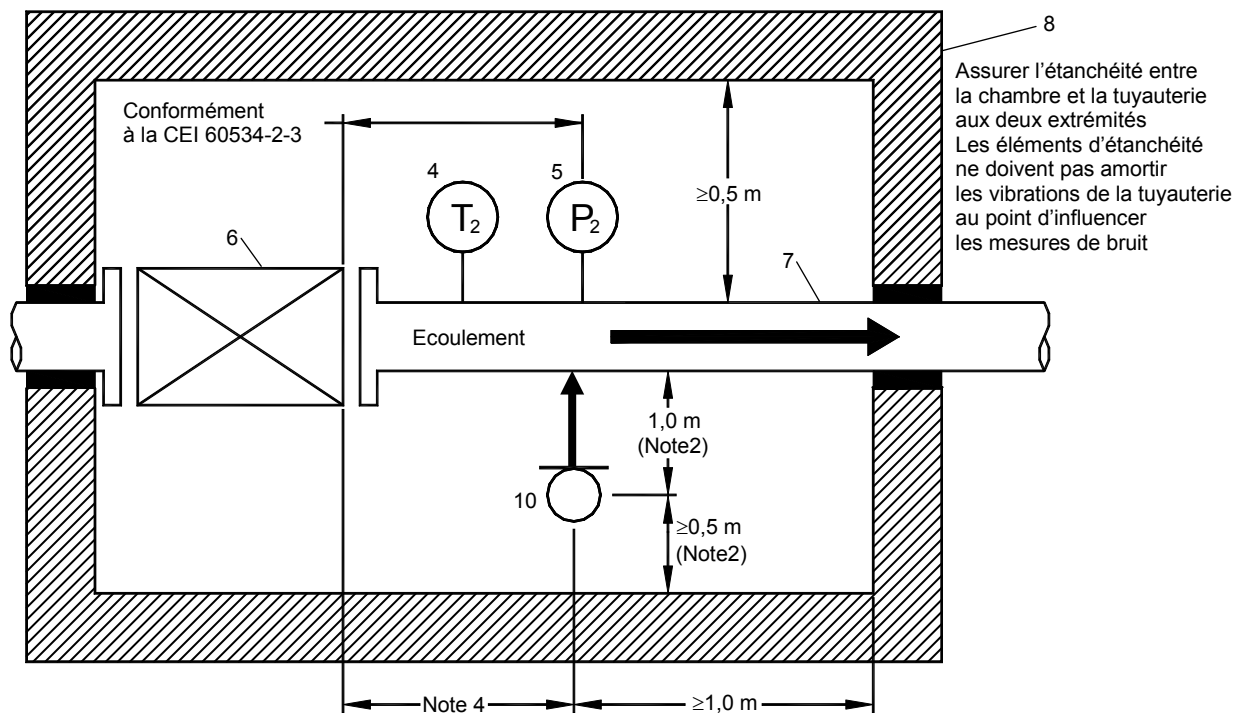
Figure 1b – Essai de bruit avec boucle en circuit ouvert d’une vanne de régulation
– Eléments du dispositif d’essai

Figure 1 – Composants système pour essai de bruit de vanne de contrôle en boucle ouverte et en boucle fermée



NOTES	Eléments du dispositif d'essai
1 D = diamètre nominal de la tuyauterie de sortie, en mm	4 appareil de mesure de température
2 Le sonomètre doit être placé à une distance de 1 m de la paroi extérieure du tuyau, et ne doit pas être à moins de 0,5 m de la paroi la plus proche de la chambre.	5 appareil de mesure de pression
3 La tuyauterie de la section d'essai à l'intérieur de la chambre d'essai doit être rectiligne, sans bride, assemblage circulaire ou autre surépaisseur de tuyauterie.	6 spécimen d'essai
4 Pour les spécimens de 150 mm (6 in) et au-dessous, 1,0 m au minimum et 3,0 m au maximum. Pour des dimensions supérieures à 150 mm, 6 D au minimum et 20 D au maximum doivent être maintenus (voir l'Article 6 pour de plus amples explications).	7 tuyauterie de la section d'essai (Note 3)
	8 environnement acoustique (chambre d'essai)
	10 sonomètre (Note 2)

Figure 2a – Dispositif d'essai avec spécimen d'essai à l'extérieur de l'environnement acoustique



IEC 2134/11

NOTES	Eléments du dispositif d'essai
1 D = diamètre nominal de la tuyauterie de sortie, en millimètres	4 appareil de mesure de température
2 Le sonomètre doit être placé à une distance de 1 m de la paroi extérieure du tuyau, et ne doit pas être à moins de 0,5 m de la paroi la plus proche de la chambre.	5 appareil de mesure de pression
3 La tuyauterie de la section d'essai à l'intérieur de la chambre d'essai doit être rectiligne, sans bride, assemblage circulaire ou autre surépaisseur de tuyauterie.	6 spécimen d'essai
4 Pour les spécimens de 150 mm (6 in) et au-dessous, 1,0 m au minimum et 3,0 m au maximum. Pour des dimensions supérieures à 150 mm, 6 D au minimum et 20 D au maximum doivent être maintenus (voir l'Article 6 pour de plus amples explications).	7 tuyauterie de la section d'essai (Note 3)
	8 environnement acoustique (chambre d'essai)
	10 sonomètre (Note 2)

Figure 2b – Variante du dispositif d'essai avec spécimen d'essai à l'intérieur de l'environnement acoustique

Figure 2 – Disposition d'essai avec un échantillon à l'extérieur et (alternativement) à l'intérieur de l'environnement acoustique

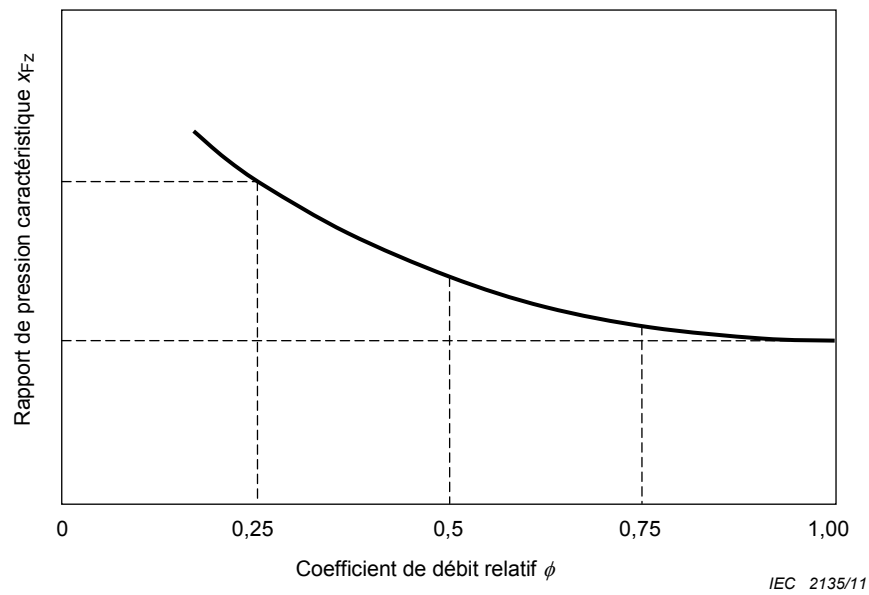
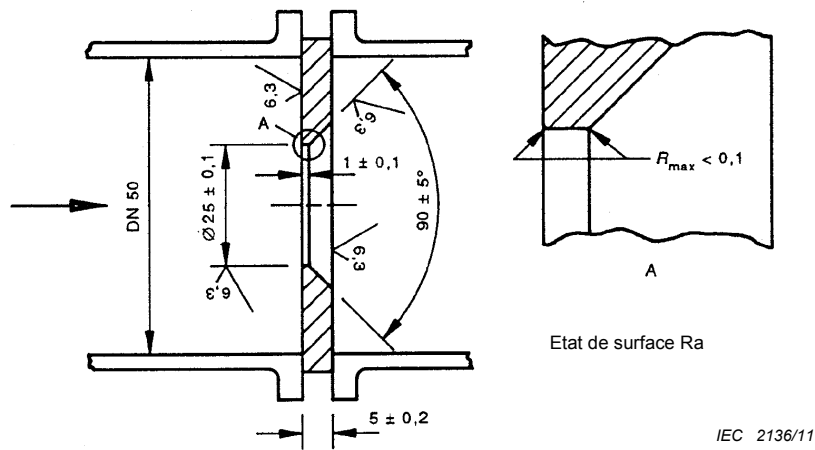


Figure 3 – Courbe typique du rapport de pression caractéristique x_{Fz}



Dimensions en millimètres

Figure 4 – Plaque à orifice de l'essai de référence (voir 8.2.1)

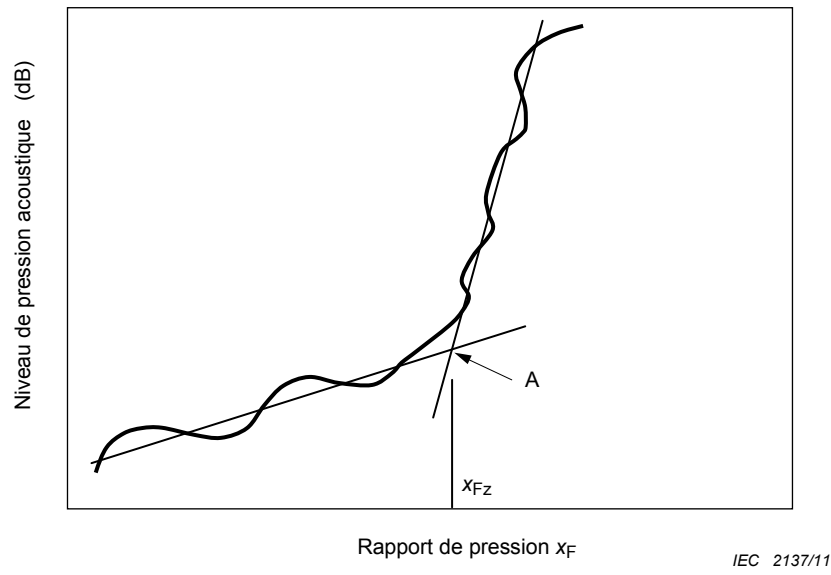


Figure 5 – Détermination de x_{Fz} par la méthode de la fréquence dominante (voir 8.3.1)

Droite 1: de $\overline{x_{F1}}, \overline{L_{pA1}}$
 $\overline{x_{F2}}, \overline{L_{pA2}}$
 $\overline{x_{F3}}, \overline{L_{pA3}}$

Droite 2: de $\overline{x_{F4}}, \overline{L_{pA4}}$
 $\overline{x_{F5}}, \overline{L_{pA5}}$
 $\overline{x_{F6}}, \overline{L_{pA6}}$

Déterminés par régression linéaire

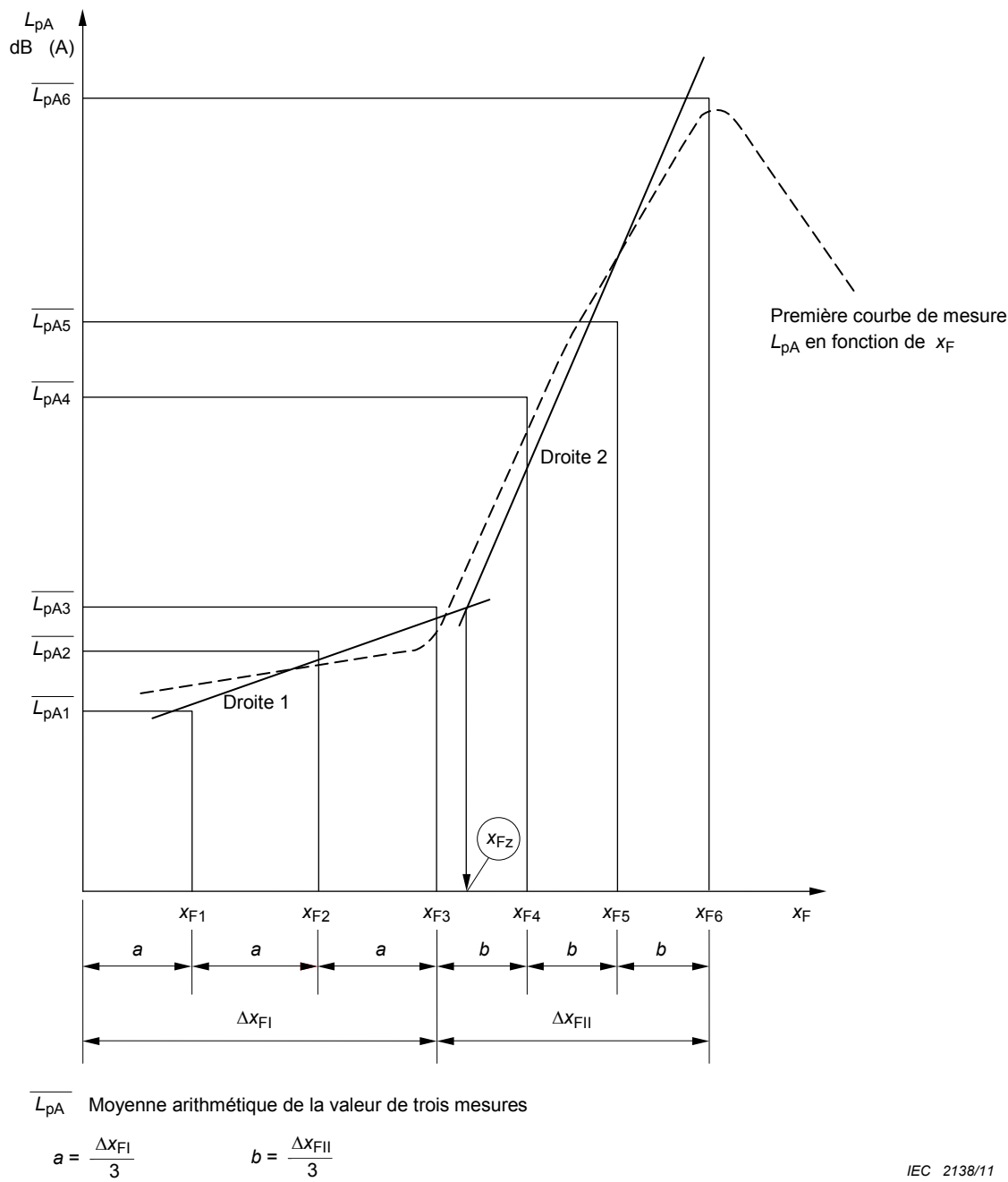
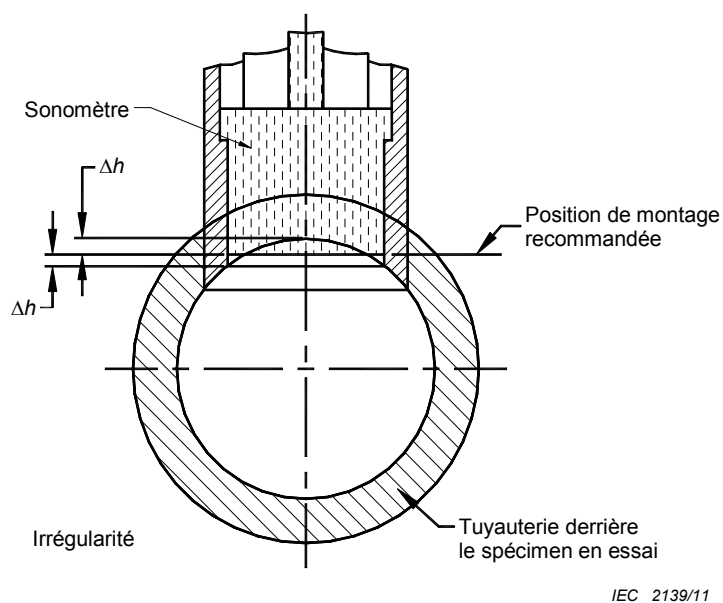


Figure 6 – Détermination de x_{Fz} par mesure du L_{pA} global, dB(A), à une course constante de la vanne



IEC 2139/11

Figure 7 – Position de montage du sonomètre dans la tuyauterie pour $\Delta h < 0,5$ mm

Lorsqu'il n'est pas possible de maintenir la valeur de Δh , telle qu'illustrée à la Figure 7, inférieure à 0,5 mm, la différence doit être réduite en insérant un matériau de remplissage à un angle plat $< 8^\circ$ entre le sonomètre et la paroi de la tuyauterie, ou en donnant une forme spéciale à la paroi intérieure de la tuyauterie.

Bibliographie

ISO 7-1:1994, *Filetages de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet – Partie 1: Dimensions, tolérances et désignation*

ISO 65:1981, *Tubes en acier au carbone filetables selon ISO 7-1*

ISO 4200:1991, *Tubes lisses en acier, soudés et sans soudure – Tableaux généraux des dimensions et des masses linéiques*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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