

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60534-8-4

Deuxième édition
Second edition
2005-08

**Vannes de régulation des processus
industriels –**

**Partie 8-4:
Considérations sur le bruit –
Prévision du bruit généré par
un écoulement hydrodynamique**

Industrial-process control valves –

**Part 8-4:
Noise considerations –
Prediction of noise generated
by hydrodynamic flow**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application.....	12
2 Références normatives.....	12
3 Symboles.....	14
4 Calculs préliminaires.....	18
4.1 Pressions et rapports de pression.....	18
4.2 Rapport des pressions caractéristiques x_{Fz}	18
4.3 Coefficient de correction générique de vanne F_d	20
4.4 Diamètre du jet D_j	20
4.5 Vitesse du jet.....	20
4.6 Puissance intrinsèque de l'écoulement W_m	20
5 Prévion du bruit	22
5.1 Bruit interne.....	22
5.2 Perte par transmission.....	24
5.3 Bruit externe.....	26
5.4 Distribution des fréquences (interne et externe)	26
6 Equipement interne multi-étagé.....	28
6.1 Généralités.....	28
6.2 Calculs préliminaires	28
6.3 Prévion du niveau de bruit	30
Annexe A (informative) Exemples.....	44
Bibliographie.....	54
Figure 1 – Exemples d'éléments internes multi-étagés pour vannes droites et rotatives	32
Figure 2 – Exemple d'équipement à étages multiples constants avec augmentation de la surface d'écoulement	34
Figure 3 – Exemple d'équipement interne multi-étagé dans une vanne droite.....	36
Figure 4 – Vannes à soupape (équipement interne à cage, clapet V-port).....	38
Figure 5 – Vannes à soupape (clapet parabolique).....	38
Figure 6 – Equipements internes à perçage multiple	40
Figure 7 – Vannes à obturateur rotatif excentré	40
Figure 8 – Vannes à papillon	42
Figure 9 – Vannes à secteur sphérique – ouverture 90°.....	42
Figure A.1 – Influence de la valeur x_{Fz} sur la précision de la prévion	52
Tableau 1 – Constantes Numériques N.....	20
Tableau 2 – Rapport de puissance acoustique $r_{\mathcal{W}}$	20
Tableau A.1 – Exemples de calcul.....	46

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Symbols	15
4 Preliminary calculations	19
4.1 Pressures and pressure ratios.....	19
4.2 Characteristic pressure ratio x_{Fz}	19
4.3 Valve style modifier F_d	21
4.4 Jet diameter D_j	21
4.5 Jet velocity.....	21
4.6 Mechanical power W_m	21
5 Noise predictions.....	23
5.1 Internal noise.....	23
5.2 Transmission loss	25
5.3 External noise.....	27
5.4 Frequency distribution (internal and external).....	27
6 Multistage trim.....	29
6.1 General.....	29
6.2 Preliminary calculations.....	29
6.3 Prediction of noise level.....	31
Annex A (informative) Examples	45
Bibliography.....	55
Figure 1 – Examples of multistage trim in globe and rotary valves	33
Figure 2 – Example of fixed multistage device with increasing flow area.....	35
Figure 3 – Example of multistage trim in globe valve.....	37
Figure 4 – Globe valves (cage trim. V-port-plug).....	39
Figure 5 – Globe valves (parabolic-plug).....	39
Figure 6 – Multihole trims.....	41
Figure 7 – Eccentric rotary valves	41
Figure 8 – Butterfly valves.....	43
Figure 9 – Segmented ball valve – 90° travel.....	43
Figure A.1 – Influence of x_{Fz} value on prediction accuracy.....	53
Table 1 – Numerical constants N.....	21
Table 2 – Acoustic power ratio r_W	21
Table A.1 – Calculation examples	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-4: Considérations sur le bruit – Prévision du bruit généré par un écoulement hydrodynamique

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60534-8-4 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1994. Cette édition constitue une révision technique.

La méthode de prévision du bruit généré par un écoulement hydrodynamique présentée dans cette norme a été révisée. Les améliorations sont principalement dans le coefficient de rendement acoustique pour des conditions de cavitation pour les orifices simples, pour les équipements internes multi étagés et multi trous et dans la détermination des pertes par transmission. Cette norme révisée permet maintenant la prévision du niveau de bruit par calcul sans la nécessité de coefficient déterminés par essais.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –**Part 8-4: Noise considerations –
Prediction of noise generated by hydrodynamic flow**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60534-8-4 has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1994. This edition constitutes a technical revision.

The noise prediction methods for hydrodynamic flow presented in this standard have been revised. The improvements are mainly in the acoustic efficiency factors for cavitating flow for single orifice, multi-stage and multi-hole trims and in the determination of transmission losses. This revised standard permits the prediction of the noise pressure levels by calculation without the need for coefficients determined by testing.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/556/FDIS	65B/560/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 CEI 60534 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Vannes de régulation des processus industriels*:

- Partie 1: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales
- Partie 2-1: Capacité d'écoulement – Equations de dimensionnement des vannes de régulation pour l'écoulement des fluides dans les conditions d'installation
- Partie 2-3: Capacité d'écoulement – Procédures d'essais
- Partie 2-4: Capacité d'écoulement – Caractéristiques intrinsèques de débit et coefficient intrinsèque de réglage
- Partie 2-5: Capacité d'écoulement – Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides dans les vannes de régulation multi-étagées avec récupération entre étages
- Partie 3-1: Dimensions – Dimensions face à face des vannes de régulation à soupape, à deux voies, à brides, à tête droite et dimensions face à axe des vannes de régulation à soupape, à deux voies, à brides, d'équerre
- Partie 3-2: Dimensions face à face des vannes de régulation rotatives excepté les vannes papillon
- Partie 3-3: Dimensions – Dimensions bout à bout des vannes de régulation à soupape à deux voies, à corps droit avec embouts à souder
- Partie 4: Inspection et essais individuels
- Partie 5: Marquage
- Partie 6-1: Détails d'assemblage pour le montage des positionneurs sur les actionneurs de vannes de régulation – Montage des positionneurs sur les actionneurs linéaires
- Partie 6-2: Détails d'assemblage pour le montage des positionneurs sur les actionneurs de vannes de régulation – Montage des positionneurs sur les actionneurs rotatifs
- Partie 7: Grille de définition de vanne de régulation
- Partie 8-1: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un débit aérodynamique à travers une vanne de régulation
- Partie 8-2: Considérations sur le bruit – Mesure en laboratoire du bruit créé par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation
- Partie 8-3: Considérations sur le bruit – Méthode de prédiction du bruit aérodynamique des vannes de régulation
- Partie 8-4: Vannes de régulation des processus industriels – Considérations sur le bruit – Prédiction du bruit créé par un écoulement hydrodynamique
- Partie 9: Test procedure for response measurements from step inputs

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

FDIS	Report on voting
65B/556/FDIS	65B/560/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.

IEC 60534 comprises the following parts, under the general title *Industrial – process control valves*:

- Part 1: Control valve terminology and general considerations
- Part 2-1: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow under installed conditions
- Part 2-3: Flow capacity – Test procedures
- Part 2-4: Part 2: Flow capacity – Inherent flow characteristics and rangeability
- Part 2-5: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery
- Part 3-1: Dimensions – Face-to-face dimensions for flanged, two-way, globe-type, straight pattern and centre-to-face dimensions for flanged, two-way, globe-type, angle pattern control valves
- Part 3-2: Dimensions – Face-to-face dimensions for rotary control valves except butterfly valves
- Part 3-3: Dimensions – End-to-end dimensions for butt weld, two-way, globe-type, straight pattern control valves
- Part 4: Inspection and routine testing
- Part 5: Marking
- Part 6-1: Mounting details for attachment of positioners to control valves – Positioner mounting on linear actuators
- Part 6-2: Mounting details for attachment of positioners to control valves – Positioner mounting on rotary actuators
- Part 7: Valve data sheet
- Part 8-1: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by aerodynamic flow through control valves
- Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves
- Part 8-3: Noise considerations – Control valve aerodynamic noise prediction method
- Part 8-4: Noise considerations – Prediction of noise generated by hydrodynamic flow
- Part 9: Test procedure for response measurements from step inputs

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

INTRODUCTION

Il est important de prévoir le niveau de bruit qui est engendré par les vannes. Les exigences de sécurité telles que les normes de santé professionnelle exigent que l'exposition au bruit des hommes soit limitée. Il existe également des données indiquant que des niveaux de bruit dépassant certaines valeurs peuvent conduire à des ruptures de tuyauterie ou affecter des équipements associés (voir la CEI 60534-8-3). Les normes de bruit hydrodynamiques précédentes étaient basées sur des données d'essais du constructeur et n'étaient ni génériques ni aussi exhaustives que souhaité.

Une vanne réduit le débit en convertissant l'énergie de la pression en turbulence, en chaleur et en ondes de pression mécaniques à l'intérieur du corps de vanne et de la tuyauterie. Une petite portion de cette vibration mécanique est convertie en énergie acoustique. L'essentiel du bruit est confiné dans le système de tuyauterie et seule une petite portion traverse la paroi de la tuyauterie en aval de la vanne. Le calcul de l'énergie impliquée est simple. La difficulté se trouve dans la détermination de l'efficacité acoustique de la conversion de l'énergie mécanique en bruit et ensuite dans l'atténuation du bruit causée par la paroi de la tuyauterie.

INTRODUCTION

It is valuable to predict the noise levels that will be generated by valves. Safety requirements, such as occupational health standards, require that human exposure to noise be limited. There is also data indicating that noise levels above certain levels could lead to pipe failure or affect associated equipment (see IEC 60534-8-3). Earlier hydrodynamic noise standards relied on manufacturer test data and were neither generic nor as complete as desired.

A valve restricts flow by converting pressure energy into turbulence, heat and mechanical pressure waves in the containing valve body and piping. A small portion of this mechanical vibration is converted into acoustical energy. Most of the noise is retained within the piping system with only a small portion passing through the pipe wall downstream of the valve. Calculation of the energy involved is straightforward. The difficulties arise from determining first the acoustic efficiency of the mechanical energy to noise conversion and then the noise attenuation caused by the pipe wall.

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-4: Considérations sur le bruit – Prévision du bruit généré par un écoulement hydrodynamique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60534 établit une méthode pour prévoir le bruit engendré dans une vanne de régulation par un écoulement liquide et le niveau de bruit mesuré en aval de la vanne et à l'extérieur de la tuyauterie. Le bruit peut être généré à la fois par des turbulences normales et par la cavitation du liquide dans la vanne. Des parties de cette méthode sont basées sur des principes fondamentaux de l'acoustique, de la mécanique et de la mécanique des fluides. Cette méthode est validée par des résultats d'essai. Le bruit généré par un débit de vaporisation n'est pas pris en compte dans la présente norme.

Les équations de perte par transmission (TL) sont basées sur l'analyse de l'interaction des ondes sonores existant à l'intérieur de la tuyauterie et les fréquences de coïncidence dans la paroi de la tuyauterie tout en prenant en compte que les tolérances des tuyauteries d'usage commercial peuvent entraîner une large variation de l'épaisseur des tuyauteries. On suppose que la tuyauterie est rectiligne.

La méthode peut être utilisée pour toutes les vannes de régulation conventionnelles comprenant les vannes droites, à papillon, à cage, à obturateur rotatif excentré et les vannes à tournant sphérique modifiées. A ce jour les essais ont été effectués avec de l'eau. L'application de cette méthode sur des fluides autres que l'eau est inconnue.

La présente norme ne concerne que les bruits engendrés par les turbulences hydrauliques et la cavitation du fluide. Elle ne tient compte d'aucun bruit pouvant être engendré par des vibrations mécaniques, des régimes instables ou d'autres phénomènes imprévisibles. Dans une installation typique, peu de bruit se propage à travers les parois de la vanne. Le bruit est mesuré au point de mesure standard à 1 m en aval de la vanne et 1 m de distance de la surface extérieure de la tuyauterie.

La méthode de prévision a été validée par des résultats d'essai basés sur de l'eau, couvrant plus de 90 % des types de vannes connues et a des pressions d'entrée jusqu'à 15 bar. On considère que les résultats de cette méthode sont précis à ± 5 dB(A) à l'exception de la plage $x_F = x_{Fz} \pm 0,1$, quand x_{Fz} est calculé par les équations(3a) ou (3b).

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, *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 1: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales*

CEI 60534-8-2, *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 8: Considérations sur le bruit – Section 2: Mesure en laboratoire du bruit créée par un écoulement hydrodynamique dans une vanne de régulation*

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 8-4: Noise considerations – Prediction of noise generated by hydrodynamic flow

1 Scope

This part of IEC 60534 establishes a method to predict the noise generated in a control valve by liquid flow and the resulting noise level measured downstream of the valve and outside of the pipe. The noise may be generated both by normal turbulence and by liquid cavitation in the valve. Parts of the method are based on fundamental principles of acoustics, fluid mechanics, and mechanics. The method is validated by test data. Noise generated by flashing flow is not considered in this standard.

The transmission loss (TL) equations are based on analysis of the interaction between the sound waves inside the pipe and the coincidence frequencies in the wall of the pipe taking into account that commercial pipe tolerances allow a relatively wide variation in the thickness of the pipe wall. Ideal straight piping is assumed.

The method can be used with all conventional control valve styles including globe, butterfly, cage-type, eccentric rotary, and modified ball valves. Tests so far have only been conducted with water. The applicability of this method for fluids other than water is not known at this time.

This standard considers only noise generated by hydraulic turbulence and fluid cavitation. It does not consider any noise that might be generated by mechanical vibrations, unstable flow patterns, and unpredictable behaviour. In the typical installation, very little noise travels through the wall of the control valve body. The noise is measured at the standard measuring point of 1 m downstream of the valve and 1 m away from the outer surface of the pipe.

This prediction method has been validated with test results based on water covering more than 90 % of all known valve types at inlet pressures of up to 15 bar. This method is considered accurate within $\pm 5\text{dB(A)}$ except in the range of $x_F = x_{Fz} \pm 0,1$, when x_{Fz} is calculated using equations (3a) or (3b).

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, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-8-2, *Industrial-process control valves – Part 8: Noise considerations – Section 2: Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves*

CEI 60534-8-3, Vannes de régulation des processus industriels – Partie 8-3: Considérations sur le bruit – Méthode de prédiction du bruit aérodynamique des vannes de régulation

IEC 60534-8-3, *Industrial-process control valves – Part 8-3: Noise considerations – Control valve aerodynamic noise prediction method*