

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60534-8-3

Deuxième édition
Second edition
2000-07

Vannes de régulation des processus industriels –

**Partie 8-3:
Considérations sur le bruit –
Méthode de prédiction du bruit aérodynamique
des vannes de régulation**

Industrial-process control valves –

**Part 8-3:
Noise considerations –
Control valve aerodynamic noise prediction method**

© IEC 2000 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
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application et limitations	10
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	12
4 Symboles.....	14
5 Vannes munies d'un équipement interne standard	20
5.1 Pressions et rapports de pression.....	20
5.2 Définition des régimes	22
5.3 Calculs préliminaires.....	24
5.4 Régime I (écoulement subsonique)	28
5.5 Régimes II à V (calculs communs)	30
5.6 Calculs de bruit.....	34
5.7 Organigramme.....	38
6 Vannes munies d'un équipement interne de réduction de bruit.....	40
6.1 Introduction.....	40
6.2 Equipement interne monoétagé à chemins d'écoulement multiples	40
6.3 Equipement interne à chemin d'écoulement unique, à détente multiétagée (deux étages de restriction ou plus)	42
6.4 Equipement interne multiétagé, à chemins d'écoulement multiples (deux chemins ou plus, deux étages ou plus).....	46
6.5 Vannes non couvertes par la présente norme	48
7 Cas des nombres de Mach supérieurs en sortie de vanne.....	48
7.1 Introduction.....	48
7.2 Méthode de calcul.....	48
Annexe A (informative) Exemples de calcul.....	54
Bibliographie	112
Figure 1 – Equipement interne monoétagé à chemins d'écoulement multiples	40
Figure 2 – Equipement interne à chemin d'écoulement unique, à détente multiétagée.....	42
Figure 3 – Equipement interne multiétagé, à chemins d'écoulement multiples (deux chemins ou plus, deux étages ou plus)	46
Tableau 1 – Constantes numériques N	26
Tableau 2 – Valeurs typiques du coefficient de correction générique de vanne F_d (équipements internes de dimension nominale)	26
Table 3 – Rapport de puissance acoustique r_w	28
Tableau 4 – Coefficients de fréquence G_x et G_y	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope and limitations	11
2 Normative references	13
3 Definitions	13
4 Symbols	15
5 Valves with standard trim	21
5.1 Pressures and pressure ratios	21
5.2 Regime definition	23
5.3 Preliminary calculations	25
5.4 Regime I (subsonic flow)	29
5.5 Regimes II to V (common calculations)	31
5.6 Noise calculations	35
5.7 Calculation flow chart	39
6 Valves with noise-reducing trim	41
6.1 Introduction	41
6.2 Single stage, multiple flow passage trim	41
6.3 Single flow path, multistage pressure reduction trim (two or more throttling steps) .	43
6.4 Multipath, multistage trim (two or more passages and two or more stages)	47
6.5 Valves not included in this standard	49
7 Valves with higher outlet Mach numbers	49
7.1 Introduction	49
7.2 Calculation procedure	49
Annex A (informative) Calculation examples	55
Bibliography	113
Figure 1 – Single stage, multiple flow passage trim	41
Figure 2 – Single flow path, multistage pressure reduction trim	43
Figure 3 – Multipath, multistage trim (two or more passages and two or more stages)	47
Table 1 – Numerical constants N	27
Table 2 – Typical values of valve style modifier F_d (full size trim)	27
Table 3 – Acoustic power ratio r_w	29
Table 4 – Frequency factors G_x and G_y	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-3: Considérations sur le bruit – Méthode de prédiction du bruit aérodynamique des vannes de régulation

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60534-8-3 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 de la CEI 60534-8-3 annule et remplace la première édition parue en 1995. Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/400/FDIS	65B/407/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 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

**Part 8-3: Noise considerations –
Control valve aerodynamic noise prediction method**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60534-8-3 has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

This second edition of IEC 60534-8-3 cancels and replaces the first edition published in 1995. This second edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
65B/400/FDIS	65B/407/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 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007.
A cette date, la publication sera

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

Annex A is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La puissance mécanique intrinsèque de l'écoulement et les coefficients de rendement acoustique sont calculés à différents régimes. Ces coefficients de rendement acoustique donnent la proportion de l'énergie mécanique convertie en énergie acoustique interne.

Cette méthode pourvoit également au calcul de la pression acoustique interne et de la fréquence dominante de cette pression acoustique, qui revêt une importance particulière dans le calcul de la perte par transmission de la tuyauterie.

Actuellement, la connaissance du niveau de pression sonore à l'extérieur de la tuyauterie, généralement à 1 m en aval de la vanne ou du divergent et à 1 m de la paroi de la tuyauterie, est une exigence courante des utilisateurs de vannes. La présente partie de la CEI 60534 offre une méthode permettant d'établir cette valeur.

Les équations de la présente partie de la CEI 60534 reprennent les coefficients de dimensionnement de vanne déjà utilisés dans la CEI 60534-1 et la CEI 60534-2-1.

Dans une vanne de régulation courante, peu de bruit se propage à travers les parois de la vanne. Le bruit préoccupant est seulement celui qui se propage en aval de la vanne et à l'intérieur de la tuyauterie puis s'échappe à travers les parois de la tuyauterie, et que l'on mesure généralement à 1 m en aval du corps de vanne et à 1 m de distance de la surface extérieure de la tuyauterie.

Des sources de bruit secondaires peuvent être créées lorsque le gaz quitte la sortie de la vanne à des nombres de Mach plus élevés. Cette méthode permet l'estimation de ces niveaux sonores supplémentaires qui peuvent être ajoutés sur le mode logarithmique avec les niveaux sonores créés à l'intérieur de la vanne. Se reporter aux articles 5 et 6 pour les nombres de Mach jusqu'à 0,3 et à l'article 7 pour les nombres de Mach plus élevés.

Bien que cette méthode de prédiction ne puisse garantir des résultats réels sur site, elle fournit des résultats précis à 5 dB(A) près pour la majorité des données expérimentales recueillies dans des conditions de laboratoire (suivant la CEI 60534-8-1).

La majeure partie des données expérimentales utilisées pour valider la méthode a été fournie par des essais à l'air à pression et température modérées; on pense cependant que cette méthode est généralement applicable à d'autres gaz et vapeurs et à des pressions plus élevées. Les incertitudes deviennent plus grandes lorsque le fluide s'éloigne des conditions des gaz parfaits, à des températures extrêmes et pour des pressions aval très différentes de la pression atmosphérique, ou près du point critique. Les équations comprennent des termes tenant compte de la masse volumique et du rapport des chaleurs massiques du fluide.

NOTE Des essais en laboratoire à l'air jusqu'à 1 830 kPa (18,3 bar) de pression amont et jusqu'à 1 600 kPa (16,0 bar) de pression aval et des essais à la vapeur jusqu'à 225 °C ont montré une bonne concordance avec les valeurs calculées.

Les équations de perte par transmission sont basées sur une analyse rigoureuse de l'interaction entre les ondes sonores existant dans la tuyauterie et les nombreuses fréquences de coïncidence dans la paroi de la tuyauterie. Les larges tolérances d'épaisseur de paroi permises pour les tuyauteries d'usage commercial limitent sévèrement la validité des formulations mathématiques très complexes que nécessiterait une analyse rigoureuse; c'est pourquoi on utilise une méthode simplifiée.

Des exemples de calcul sont donnés à l'annexe A.

Cette méthode est fondée sur les normes CEI citées à l'article 2 et les références dont la liste figure dans la bibliographie.

INTRODUCTION

The mechanical stream power, as well as acoustical efficiency factors, are calculated for various flow regimes. These acoustical efficiency factors give the proportion of the mechanical stream power which is converted into internal sound power.

This method also provides for the calculation of the internal sound pressure and the peak frequency for this sound pressure, which is of special importance in the calculation of the pipe transmission loss.

At present, a common requirement by valve users is the knowledge of the sound pressure level outside the pipe, typically 1 m downstream of the valve or expander and 1 m from the pipe wall. This part of IEC 60534 offers a method to establish this value.

The equations in this part of IEC 60534 make use of the valve sizing factors as used in IEC 60534-1 and IEC 60534-2-1.

In the usual control valve, little noise travels through the wall of the valve. The noise of interest is only that which travels downstream of the valve and inside of the pipe and then escapes through the wall of the pipe to be measured typically at 1 m downstream of the valve body and 1 m away from the outer pipe wall.

Secondary noise sources may be created where the gas exits the valve outlet at higher Mach numbers. This method allows for the estimation of these additional sound levels which can then be added logarithmically to the sound levels created within the valve. See clauses 5 and 6 for Mach numbers up to 0,3 and clause 7 for Mach numbers greater than 0,3.

Although this prediction method cannot guarantee actual results in the field, it yields calculated predictions within 5 dB(A) for the majority of noise data from tests under laboratory conditions (reference IEC 60534-8-1).

The bulk of the test data used to validate the method was generated using air at moderate pressures and temperatures; however, it is believed that the method is generally applicable to other gases and vapours and at higher pressures. Uncertainties become greater as the fluid behaves less perfectly for extreme temperatures and for downstream pressures far different from atmospheric, or near the critical point. The equations include terms which account for fluid density and the ratio of specific heat.

NOTE Laboratory air tests conducted with up to 1 830 kPa (18,3 bar) upstream pressure and up to 1 600 kPa (16,0 bar) downstream pressure and steam tests up to 225 °C showed good agreement with the calculated values.

The transmission loss equations are based on a rigorous analysis of the interaction between the sound waves existing in the pipe and the many coincidence frequencies in the pipe wall. The wide tolerances in pipe wall thickness allowed in commercial pipe severely limit the value of the very complicated mathematical approach required for a rigorous analysis; therefore, a simplified method is used.

Example calculations are given in annex A.

This method is based on the IEC standards listed in clause 2 and the references given in the bibliography.

VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

Partie 8-3: Considérations sur le bruit – Méthode de prédiction du bruit aérodynamique des vannes de régulation

1 Domaine d'application et limitations

La présente partie de la CEI 60534 établit une méthode théorique pour prévoir le niveau de pression sonore extérieur engendré dans une vanne de régulation et dans les raccords adjacents par le débit d'un fluide compressible.

Cette méthode ne considère que les régimes monophasiques de gaz et vapeurs secs et est basée sur la loi des gaz parfaits.

La présente norme ne concerne que le bruit engendré par les processus aérodynamiques dans les vannes et les tuyauteries adjacentes. Elle ne tient compte d'aucun bruit pouvant être engendré par des réflexions, des vibrations mécaniques, des régimes instables ou d'autres phénomènes imprévisibles.

On suppose que la tuyauterie aval comprend une longueur droite d'au moins 2 m à partir du point de mesure du bruit.

Cette méthode n'est valable que pour des tuyauteries en acier ou en acier allié (voir les équations (38) et (40) en 5.6).

La méthode est applicable aux vannes monoétagées suivantes: à soupape (droites et d'équerre), papillon, à obturateur rotatif (excentré, sphérique), à tournant sphérique, et aux vannes à cage. Les vannes à tournant sphérique à passage direct pour lesquelles le produit $F_p C$ dépasse 50 % du coefficient de débit nominal sont nommément exclues.

Pour les limitations applicables aux équipements internes de réduction de bruit spéciaux non couverts par cette norme, voir 6.5. Lorsque le nombre de Mach à la sortie de la vanne dépasse 0,3 pour les équipements internes standard et 0,2 pour les équipements internes à réduction de bruit, on applique la méthode de l'article 7.

Les nombres de Mach limites applicables dans cette norme sont les suivants:

Nombre de Mach considéré	Nombre de Mach limite		
	Article 5 Équipement interne standard	Article 6 Équipement interne de réduction de bruit	Article 7 Cas des nombres de Mach élevés
Jet à expansion libre M_j	Pas de limite	Pas de limite	Pas de limite
Sortie de vanne M_o	0,3	0,2	1,0
Entrée du divergent M_r	Non applicable	Non applicable	1,0
Tuyauterie aval M_2	0,3	0,2	0,8

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

Part 8-3: Noise considerations – Control valve aerodynamic noise prediction method

1 Scope and limitations

This part of IEC 60534 establishes a theoretical method to predict the external sound-pressure level generated in a control valve and within adjacent pipe expanders by the flow of compressible fluids.

This method considers only single-phase dry gases and vapours and is based on the perfect gas laws.

This standard addresses only the noise generated by aerodynamic processes in valves and in the connected piping. It does not consider any noise generated by reflections, mechanical vibrations, unstable flow patterns and other unpredictable behaviour.

It is assumed that the downstream piping is straight for a length of at least 2 m from the point where the noise measurement is made.

This method is valid only for steel and steel alloy pipes (see equations (38) and (40) in 5.6).

The method is applicable to the following single-stage valves: globe (straight pattern and angle pattern), butterfly, rotary plug (eccentric, spherical), ball, and valves with cage trims. Specifically excluded are the full bore ball valves where the product $F_p C$ exceeds 50 % of the rated flow coefficient.

For limitations on special low noise trims not covered by this standard, see 6.5. When the Mach number in the valve outlet exceeds 0,3 for standard trim or 0,2 for low noise trim, the procedure in clause 7 is used.

The Mach number limits in this standard are as follows:

Mach number location	Mach number limit		
	Clause 5 Standard trim	Clause 6 Noise-reducing trim	Clause 7 High Mach number applications
Freely expanded jet M_j	No limit	No limit	No limit
Valve outlet M_o	0,3	0,2	1,0
Downstream reducer inlet M_r	Not applicable	Not applicable	1,0
Downstream pipe M_2	0,3	0,2	0,8

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60534. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60534 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60534 (toutes les parties), *Vannes de régulation des processus industriels*

CEI 60534-1, *Vannes de régulation des processus industriels – Première partie: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60534. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60534 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60534 (all parts), *Industrial-process control valves*

IEC 60534-1, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*