IEC 60534-8-3

Edition 3.0 2010-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 17.140.20; 23.060.40; 25.040.40

ISBN 978-2-88912-241-7

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Symbols 9
5 Valves with standard trim 12
5.1 Pressures and pressure ratios 12
5.2 Regime definition 13
5.3 Preliminary calculations 14
5.3.1 Valve style modifier F_d 14
5.3.2 Jet diameter D_j 14
5.3.3 Inlet fluid density ρ_1 14
5.4 Internal noise calculations 15
5.4.1 Calculations common to all regimes 15
5.4.2 Regime dependent calculations 16
5.4.3 Downstream calculations 18
5.4.4 Valve internal sound pressure calculation at pipe wall 19
5.5 Pipe transmission loss calculation 20
5.6 External sound pressure calculation 21
5.7 Calculation flow chart 22
6 Valves with special trim design 22
6.1 General 22
6.2 Single stage, multiple flow passage trim 22
6.3 Single flow path, multistage pressure reduction trim (two or more throttling steps) 23
6.4 Multipath, multistage trim (two or more passages and two or more stages) 25
7 Valves with higher outlet Mach numbers 27
7.1 General 27
7.2 Calculation procedure 27
8 Valves with experimentally determined acoustical efficiency factors 28
9 Combination of noise produced by a control valve with downstream installed two or more fixed area stages 29
Annex A (informative) Calculation examples 31
Bibliography 46

Figure 1 – Single stage, multiple flow passage trim 23
Figure 2 – Single flow path, multistage pressure reduction trim 24
Figure 3 – Multipath, multistage trim (two or more passages and two or more stages) 26
Figure 4 – Control valve with downstream installed two fixed area stages 30

Table 1 – Numerical constants N 15
Table 2 – Typical values of valve style modifier F_d (full size trim) 15
Table 3 – Overview of regime dependent equations 17

Table 4 – Typical values of A_η and St_p 18
Table 5 – Indexed frequency bands 19
Table 6 – Frequency factors G_X (f) and G_Y (f) 21
Table 7 – “A” weighting factor at frequency f_i 22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

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

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 60534-8-3 has been prepared by subcommittee 65B: Measurements and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2000. This edition constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- predicting noise as a function of frequency;
- using laboratory data to determine the acoustical efficiency factor.

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

FDIS	Report on voting
65B/765/FDIS	65B/780/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 the parts of the IEC 60534 series, 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.

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 standard offers a method to establish this value.

The equations in this standard 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.

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 (see IEC 60534-8-1). The current edition has increased the level of confidence of the calculation. In some cases the results of the previous editions were more conservative.

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.

A rigorous analysis of the transmission loss equations is beyond the scope of this standard. The method considers the interaction between the sound waves existing in the pipe fluid and the first coincidence frequency in the pipe wall. In addition, 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.

Examples of 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.

INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

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

1 Scope

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 from external surfaces or internally by pipe fittings, 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 (21) and (23) in 5.5).

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_pC exceeds 50 % of the rated flow coefficient.

For limitations on special low noise trims not covered by this standard, see Clause 8. 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 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 (all parts), *Industrial-process control valves*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 50
INTRODUCTION 52
1 Domaine d'application 54
2 Références normatives 55
3 Termes et définitions 55
4 Symboles 57
5 Vannes munies d'un équipement interne standard 60
5.1 Pressions et rapports de pression 60
5.2 Définition des régimes 61
5.3 Calculs préliminaires 62
5.3.1 Coefficient de correction générique de la vanne F_d 62
5.3.2 Diamètre du jet D_j 62
5.3.3 Masse volumique du fluide à l'entrée ρ_1 63
5.4 Calculs de bruit interne 64
5.4.1 Calculs communs à tous les régimes 64
5.4.2 Calculs dépendant du régime 64
5.4.3 Calculs en aval 66
5.4.4 Calcul de la pression acoustique interne de la vanne sur la paroi de la tuyauterie 67
5.5 Calcul de la perte par transmission de la tuyauterie 68
5.6 Calcul de la pression acoustique externe 69
5.7 Organigramme de calcul 70
6 Vannes munies d'un équipement interne spécial 70
6.1 Généralités 70
6.2 Equipement interne mono-étagé à chemins d'écoulement multiples 70
6.3 Equipement interne à chemin d'écoulement unique, à détente multi-étagée (deux étages de restriction ou plus) 71
6.4 Equipement interne multi-étagé, à chemins d'écoulement multiples (deux chemins ou plus, deux étages ou plus) 73
7 Cas des nombres de Mach supérieurs en sortie de vanne 75
7.1 Généralités 75
7.2 Méthode de calcul 75
8 Vannes à coefficients de rendement acoustique déterminés expérimentalement 76
9 Combinaison du bruit généré par une vanne de régulation munie de deux étages ou plus à section fixe, installés en aval 77
Annexe A (informative) Exemples de calculs 79
Bibliographie 95

Figure 1 – Equipement interne mono-étagé à chemins d'écoulement multiples 71
Figure 2 – Equipement interne à chemin d'écoulement unique, à détente multi-étagée 72
Figure 3 – Equipement interne multi-étagé, à chemins d'écoulement multiples (deux chemins ou plus, deux étages ou plus) 74
Figure 4 – Vanne de régulation avec deux étages à section fixe installés en aval 78

Tableau 1 – Constantes numériques N 63

Tableau 2 – Valeurs types du coefficient de correction générique de vanne F_d (équipements internes de dimension nominale) 63
Tableau 3 – Vue d'ensemble des équations dépendant du régime 65
Tableau 4 – Valeurs types de A_η et St_p 66
Tableau 5 – Indices de bandes de fréquences 67
Tableau 6 – Facteurs de fréquence G_X (f) et G_Y (f) 69
Tableau 7 – Coefficient pondéré "A" à la fréquence f_i 70

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 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 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: Equipements de mesure et de contrôle commande, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2000. Cette édition constitue une révision technique.

Par rapport à l'édition précédente, les modifications techniques majeures sont les suivantes:

- la prédiction du bruit en fonction de la fréquence;
- l'utilisation des données de laboratoire pour déterminer le coefficient de rendement acoustique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/765/FDIS	65B/780/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 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.

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 la puissance mécanique intrinsèque de l'écoulement convertie en puissance 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 acoustique 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 norme offre une méthode permettant d'établir cette valeur.

Les équations de la présente norme 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 paroi 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 acoustiques supplémentaires qui peuvent être ajoutés sur le mode logarithmique avec les niveaux acoustiques créés à l'intérieur de la vanne.

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 sur le bruit recueillies dans des conditions de laboratoire (suivant la CEI 60534-8-1). Dans l'édition actuelle, le niveau de confiance du calcul a été augmenté. Dans certains cas, les résultats des éditions précédentes étaient plus conservateurs.

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 spécifiques 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.

Une analyse rigoureuse des équations de perte par transmission ne relève pas du domaine d'application de la présente norme. La méthode considère l'interaction entre les ondes acoustiques existant dans la tuyauterie et la première fréquence de coïncidence dans la paroi de la tuyauterie. De plus, les larges tolérances d'épaisseur de paroi de la tuyauterie 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 calculs 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.

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

La présente partie de la CEI 60534 établit une méthode théorique pour prévoir le niveau de pression acoustique externe 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 surfaces extérieures ou en interne par les raccords, 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 Equations (21) et (23) en 5.5).

La méthode est applicable aux vannes mono-étagées suivantes: à soupape (droites et d'équerre), à 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_pC dépasse 50 % du coefficient de débit assigné, sont spécifiquement exclues.

Pour les limitations applicables aux équipements internes de réduction de bruit spéciaux non couverts par la présente norme, voir l'Article 8. Lorsque le nombre de Mach à la sortie de la vanne dépasse 0,3 pour les équipements internes standard ou 0,2 pour les équipements internes de réduction de bruit, la méthode de l'Article 7 s'applique.

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

Nombre de Mach considéré	Nombre de Mach limite		
	Article 5 Equipement interne standard	Article 6 Equipement 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 réducteur aval M_r	Non applicable	Non applicable	1,0
Tuyauterie aval M_2	0,3	0,2	0,8

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

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