# NORME INTERNATIONALE

# INTERNATIONAL STANDARD

**CEI**
**IEC**
**60534-2-5**

Première édition
First edition
2003-09

**Vannes de régulation des processus industriels –**

**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**

**Industrial process control valves –**

**Part 2-5:**
**Flow capacity –**
**Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery**

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60534-2-5:2003

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

  Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**

  Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**

  Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

  The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**

  This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**

  If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

.

# NORME INTERNATIONALE

# INTERNATIONAL STANDARD

**CEI**
**IEC**
**60534-2-5**

Première édition
First edition
2003-09

## Vannes de régulation des processus industriels –

## 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

## Industrial process control valves –

## Part 2-5:
## Flow capacity –
## Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery

© IEC 2003 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 Varembé, 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 ..... 8

1 Domaine d'application ..... 10
2 Références normatives ..... 10
3 Termes and définitions ..... 10
4 Installation ..... 14
5 Symboles ..... 16
6 Equations de dimensionnement pour fluides incompressibles ..... 18
6.1 Ecoulement turbulent ..... 18
7 Equations de dimensionnement pour fluides compressibles ..... 20
7.1 Ecoulement turbulent ..... 22
8 Détermination des facteurs de correction ..... 24
8.1 Facteur $F_P$ de géométrie de la tuyauterie ..... 24
8.2 Facteurs de récupération de pression du liquide $F_L$ ou $F_{LP}$ ..... 24
8.3 Facteur $F_F$ de rapport de pression critique du liquide ..... 26
8.4 Facteur de détente $Y$ ..... 26
8.5 Facteur de rapport de pression différentielle $x_T$ ou $x_{TP}$ ..... 28
8.6 Facteur de rapport des chaleurs massiques $F_\gamma$ ..... 28
8.7 Facteur de compressibilité $Z$ ..... 28
8.8 Facteur d'interaction entre étages $k$ ..... 30
8.9 Facteur de réchauffe $r$ ..... 30

Annexe A (informative) Constantes physiques [a] ..... 34
Annexe B (informative) Exemples de calculs de dimensionnement ..... 36

Bibliographie ..... 54

Figure 1 – Equipement interne multi-étagé à chemins multiples ..... 12
Figure 2 – Equipement interne multi-étagé à chemin unique ..... 14
Figure 3 – Section de tuyauterie de référence pour dimensionnement ..... 16
Figure 4 – Facteur $F_F$ du rapport de la pression critique du liquide ..... 32

Tableau 1 – Constantes numériques $N$ ..... 30
Tableau 2 – Valeurs typiques du facteur de récupération de pression critique du liquide $F_L$ et du facteur de rapport de pression différentielle $x_T$ à pleine ouverture à la course nominale ..... 32
Tableau 3 – Valeurs du facteur d'interaction entre étages $k$ et du facteur de réchauffe $r$ ..... 32

# CONTENTS

FOREWORD ..... 5
INTRODUCTION ..... 9

1 Scope ..... 11
2 Normative references ..... 11
3 Terms and definitions ..... 11
4 Installation ..... 15
5 Symbols ..... 17
6 Sizing equations for incompressible fluids ..... 19
6.1 Turbulent flow ..... 19
7 Sizing equations for compressible fluids ..... 21
7.1 Turbulent flow ..... 23
8 Determination of correction factors ..... 25
8.1 Piping geometry factor, $F_p$ ..... 25
8.2 Liquid pressure recovery factors $F_L$ or $F_{LP}$ ..... 25
8.3 Liquid critical pressure ratio factor $F_F$ ..... 27
8.4 Expansion factor $Y$ ..... 27
8.5 Pressure differential ratio factor $x_T$ or $x_{TP}$ ..... 29
8.6 Specific heat ratio factor $F_\gamma$ ..... 29
8.7 Compressibility factor $Z$ ..... 29
8.8 Stage interaction factor $k$ ..... 31
8.9 Reheat factor $r$ ..... 31

Annex A (informative) Physical constants [a] ..... 35
Annex B (informative) Examples of sizing calculations ..... 37

Bibliography ..... 55

Figure 1 – Multistage multipath trim ..... 13
Figure 2 – Multistage single path trim ..... 15
Figure 3 – Reference pipe section for sizing ..... 17
Figure 4 – Liquid critical pressure ratio factor $F_F$ ..... 33

Table 1 – Numerical constants $N$ ..... 31
Table 2 – Typical values of liquid pressure recovery factor $F_L$, and pressure differential ratio factor $x_T$ at full rated travel ..... 33
Table 3 – Values of the stage interaction factors $k$ and the reheat factors $r$ ..... 33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

# VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

## 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

## AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques 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 60534-2-5 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|---|---|
| 65B/488/FDIS | 65B/502/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

## Part 2-5: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery

## 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, 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 60534-2-5 has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

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

| FDIS | Report on voting |
|---|---|
| 65B/488/FDIS | 65B/502/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.

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.

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 présente partie de la CEI 60534 comprend des équations permettant de prédire le débit qui sont les mêmes que celles de la CEI 60534-2-1. Les différences de cette norme multi-étagée sont:

a) l'équation pour calculer le facteur de détente $Y$ (équation 18);

b) la non-inclusion de la section concernant le dimensionnement pour les écoulements laminaires;

c) l'inclusion du facteur d'interaction entre étages $k$ (8.8) et du facteur de réchauffe $r$ (8.9);

d) l'addition des Tableaux des valeurs de $F_L$ et $x_T$ pour les vannes multi-étagées.

Les données d'essai utilisées pour valider la méthode pour un nombre d'étages compris entre un et cinq ont été obtenues à partir d'essais de capacité d'écoulement effectués selon la CEI 60534-2-3 en utilisant de l'air comme fluide d'essai et des pressions variant de $5 \times 10^5$ Pa à $13{,}5 \times 10^5$ Pa et une température d'environ 300 K. Certaines données ont été obtenues en installation industrielle avec de la vapeur d'eau et des pressions variant de $12 \times 10^5$ Pa et $110 \times 10^5$ Pa et des températures de 460 K à 750 K.

Cette méthode est applicable a n'importe quel nombre d'étages mais n'a été validée que jusqu'à cinq étages.

Si les coefficients spécifiques des vannes (tels que $K_v$ ou $C_v$, $F_L$, et $x_T$) ne peuvent pas être déterminés par la procédure appropriée de la CEI 60534-2-3, il convient d'utiliser les valeurs fournies par le fabricant.

# INTRODUCTION

This part of IEC 60534 includes equations for predicting flow which are the same as IEC 60534-2-1. The differences in this multistage standard are:

a) the equation for the calculation of expansion factor $Y$ (equation 18);

b) the non-inclusion of the section on sizing for laminar flow;

c) the inclusion of stage interaction factor $k$ (8.8) and reheat factor $r$ (8.9);

d) the addition of Tables for multistage valves for values of $F_L$ and $x_T$.

The test data used to validate the method for numbers of stages from one to five was obtained from sizing tests carried out in accordance with IEC 60534-2-3 using air as the test medium at pressures varying from $5 \times 10^5$ Pa to $13{,}5 \times 10^5$ Pa and at temperatures of approximately 300 K. Some data was obtained under plant conditions using steam at pressures varying from $12 \times 10^5$ Pa to $110 \times 10^5$ Pa and temperatures from 460 K to 750 K.

The method is applicable to any number of stages but has only been validated up to five stages.

If valve specific coefficients (such as $K_V$ or $C_V$, $F_L$, and $x_T$) cannot be determined by appropriate test procedures in IEC 60534-2-3, values supplied by the manufacturer should then be used.

# VANNES DE RÉGULATION DES PROCESSUS INDUSTRIELS –

## 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

## 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60534 comprend des équations permettant de prédire le débit de fluides compressibles et incompressibles dans les vannes de régulation multi-étagées.

Les équations relatives aux fluides incompressibles sont fondées sur les équations de base pour les fluides newtoniens incompressibles. Elles ne sont pas destinées à être utilisées pour des fluides non newtoniens, des mélanges de fluides, des boues ou des systèmes de transport de particules solides en suspension dans un liquide.

Aux très basses valeurs du rapport de la pression différentielle à la pression absolue d'entrée ($\Delta p/p_1$), les fluides compressibles se comportent de manière analogue aux fluides incompressibles. Dans de telles conditions, les équations de dimensionnement pour les fluides compressibles peuvent être déduites de celles de l'équation de base pour les fluides newtoniens incompressibles. Cependant, des valeurs croissantes de $\Delta p/p_1$ provoquent des effets de compressibilité qui nécessitent de modifier l'équation de base en y introduisant des facteurs de correction appropriés. Les équations pour les fluides compressibles s'appliquent aux gaz ou aux vapeurs, mais ne conviennent pas pour les fluides multiphasiques tels que les mélanges gaz-liquide, vapeur-liquide ou gaz-solide.

La présente norme s'applique uniquement aux conceptions de vannes de régulation multi-étagées à chemins multiples et multi-étagées à chemin unique.

## 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 60534-1:1987, *Vannes de régulation des processus industriels – Première partie: Terminologie des vannes de régulation et considérations générales*

CEI 60534-2-1:1998, *Vannes de régulation des processus industriels – Partie 2-1: Capacité d'écoulement – Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides dans les conditions d'installation*

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

## 3 Termes and définitions

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

# INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL VALVES –

# Part 2-5: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery

## 1 Scope

This part of IEC 60534 includes equations for predicting the flow of compressible and incompressible fluids through multistage control valves.

The equations for incompressible flow are based on standard hydrodynamic equations for Newtonian incompressible fluids. They are not intended for use when non-Newtonian fluids, fluid mixtures, slurries, or liquid-solid conveyance systems are encountered.

At very low ratios of pressure differential to absolute inlet pressure ($\Delta p/p_1$), compressible fluids behave similarly to incompressible fluids. Under such conditions, the sizing equations for compressible flow can be traced to the standard hydrodynamic equations for Newtonian incompressible fluids. However, increasing values of $\Delta p/p_1$ result in compressibility effects which require that the basic equations be modified by appropriate correction factors. The equations for compressible fluids are for use with gas or vapour and are not intended for use with multiphase streams such as gas-liquid, vapour-liquid or gas-solid mixtures.

This standard is applicable only to those designs of multistage multipath control valves and multistage single path control valves.

## 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 60534-1:1987, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-2-1:1998, *Industrial-process control valves – Part 2-1: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow under installed conditions*

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

## 3 Terms and definitions

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

**3.1**
**vanne de régulation multi étagée**
une vanne de régulation à soupape dans laquelle l'équipement interne comprend plusieurs étages qui sont séparés par un espace (voir Figures 1 et 2). Le contour géométrique des ouvertures de tous les étages doit être similaire. Le rapport entre le coefficient de débit C du second étage et celui du premier étage ne doit pas excéder 1,8. Le rapport de chacun des étages suivants à l'étage précédent ne doit pas excéder 1,55 et doit être uniforme dans une tolérance de ±9 %. Normalement, pour les fluides incompressibles, les coefficients de débit des étages sont identiques, un coefficient de débit C légèrement plus petit étant affecté à un étage particulier seulement s'il doit absorber une perte de charge supérieure.

**3.2**
**espace**
la distance entre deux étages adjacents

**3.3**
**vanne de régulation multi-étagée à chemins multiples**
une vanne de régulation à soupape dans laquelle l'équipement interne comprend plusieurs passages ayant plusieurs étages qui sont séparés par un espace (voir Figure 1). Il convient que l'espace entre les étages soit conforme aux valeurs calculées par les équation suivantes avec une tolérance de +15 % et –10 % (voir Figures 1 et 2).

espace = surface totale du trou de l'étage amont adjacent à la course nominale $\times \frac{1}{l} \times \frac{1,589}{\sqrt{Ds}}$

où

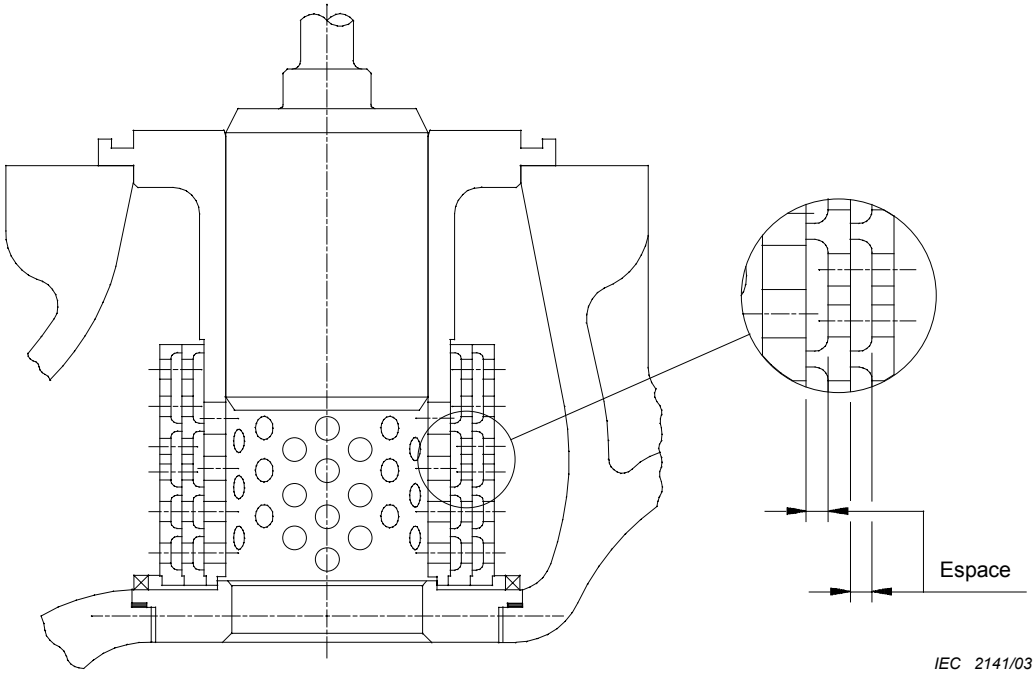
la surface totale du trou est en $mm^2$;

*l* est la course, en mm;

Ds est le diamètre extérieur de l'étage amont adjacent, en mm;

limite minimale de l'espace = 4 mm;

limite maximale de l'espace = 44 mm;




NOTE Ceci est un exemple d'équipement interne multi-étagé.

**Figure 1 – Equipement interne multi-étagé à chemins multiples**

**3.1**
**multistage control valves**
a globe control valve where the trim has several stages which are separated by a gap (see Figures 1 and 2). The geometrical contour of the apertures in all stages must be similar. The ratio of the second stage flow coefficient C to the first stage flow coefficient C must not exceed 1,80. The ratio of the flow coefficient C of the other stages to their previous stage must not exceed 1,55 and must be uniform within a tolerance of ± 9 %. Normally for incompressible fluids the flow coefficients of the stages are approximately equal, a slightly smaller flow coefficient C being allocated to a particular stage only if it is required to take a higher pressure drop.

**3.2**
**gap**
the distance between adjacent stages

**3.3**
**multistage multipath control valves**
a globe control valve where the trim has multiple flow passages having several stages which are separated by a gap (see Figure 1). The gap should conform to the values calculated from the following equation with a tolerance of +15 % and –10 % (see Figures 1 and 2).

$$\text{gap} = \text{total hole area of adjacent upstream stage at rated travel} \times \frac{1}{l} \times \frac{1{,}589}{\sqrt{\text{Ds}}}$$

where

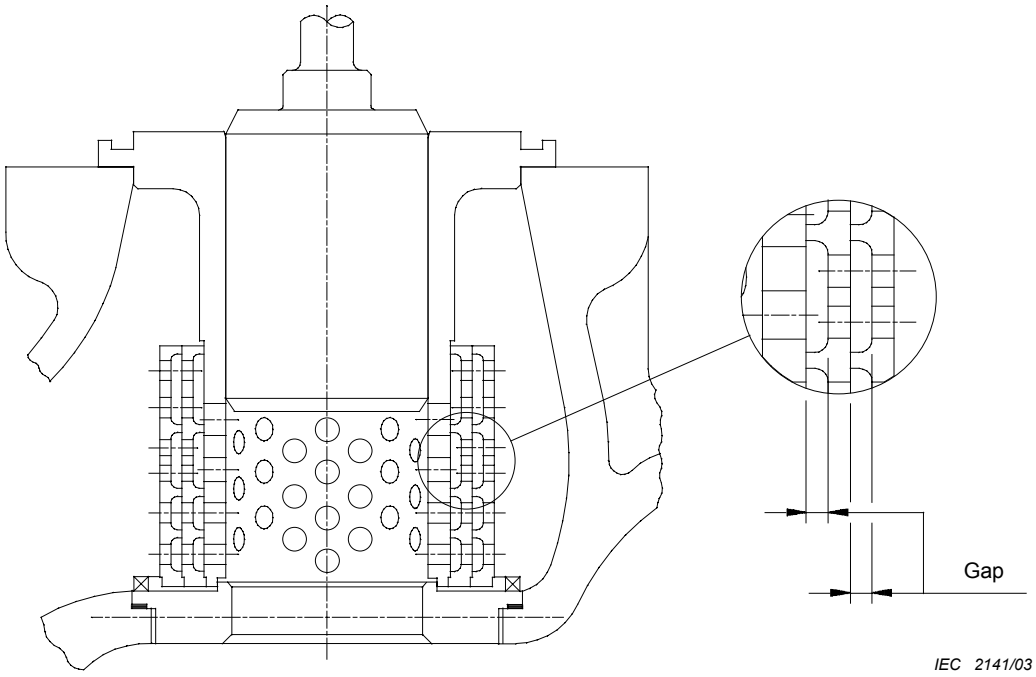
the total hole area is in $mm^2$;

*l* is the travel, in mm;

Ds is the outside diameter of adjacent upstream stage, in mm;

minimum gap limit = 4 mm;

maximum gap limit = 44 mm.




NOTE This is one example of a multistage trim.

**Figure 1 – Multistage multipath trim**