

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
770**

Première édition
First edition
1984

**Méthodes d'évaluation des caractéristiques
de fonctionnement des transmetteurs
utilisés dans les systèmes de conduite
des processus industriels**

**Methods of evaluating the performance
of transmitters for use in industrial-process
control systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 770: 1984

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
770

Première édition
First edition
1984

Méthodes d'évaluation des caractéristiques
de fonctionnement des transmetteurs
utilisés dans les systèmes de conduite
des processus industriels

Methods of evaluating the performance
of transmitters for use in industrial-process
control systems

© CEI 1984 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 pro-
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	8
4. Procédures générales d'essais	12
5. Conditions d'essais d'environnement	14
6. Comportement statique	18
7. Comportement dynamique	42
FIGURES	52
ANNEXE A — Autres considérations	58
ANNEXE B — Exemples de calcul	62

Withold@ms

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	9
4. General testing procedures	13
5. Environmental test conditions	15
6. Static behaviour	19
7. Dynamic behaviour	43
FIGURES	53
APPENDIX A — Other considerations	59
APPENDIX B — Sample calculations	63

Withdawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DES TRANSMETTEURS UTILISÉS DANS LES SYSTÈMES DE CONDUITE DES PROCESSUS INDUSTRIELS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 65B: Eléments des systèmes, du Comité d'Etudes n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Budapest en 1976 et à Florence en 1978. Un projet révisé fut diffusé aux Comités nationaux selon la Procédure Accélérée en juin 1979, à la suite de quoi un projet, document 65B(Comité Central)22, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Egypte	Pologne
Allemagne	Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Belgique	Finlande	Suède
Bésil	Israël	Suisse
Canada	Japon	Tchécoslovaquie
Danemark	Pays-Bas	Turquie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 68:	Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
68-2-1:	Deuxième partie: Essais — Essais A: Froid.
68-2-3:	Deuxième partie: Essais — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.
68-2-4:	Deuxième partie: Essais — Essai D: Essai accéléré de chaleur humide.
68-2-6:	Deuxième partie: Essais — Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).
68-2-14:	Deuxième partie: Essais — Essai N: Variations de température.
68-2-31:	Deuxième partie: Essais — Essai Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels.
160:	Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures.
278:	Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
348:	Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.
381-1:	Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus, Première partie: Signaux à courant continu.
382:	Signal analogique pneumatique pour des systèmes de conduite de processus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF EVALUATING THE PERFORMANCE OF
TRANSMITTERS FOR USE IN INDUSTRIAL-PROCESS
CONTROL SYSTEMS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 65B: Elements of Systems, of IEC Technical Committee No. 65: Industrial-process Measurement and Control.

Drafts were discussed at the meetings held in Budapest in 1976 and in Florence in 1978. A revised draft was circulated to the National Committees under the Accelerated Procedure in June 1979 and subsequently a draft, Document 65B(Central Office)22, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium
Brazil
Canada
Czechoslovakia
Denmark
Egypt

Finland
Germany
Israel
Japan
Netherlands
Poland

South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- 68-2-1: Part 2: Tests — Tests A: Cold.
 - 68-2-3: Part 2: Tests — Test Ca: Damp Heat, Steady State.
 - 68-2-4: Part 2: Tests — Test D: Accelerated Damp Heat.
 - 68-2-6: Part 2: Tests — Test Fc and Guidance: Vibration (Sinusoidal).
 - 68-2-14: Part 2: Tests — Test N: Change of Temperature.
 - 68-2-31: Part 2: Tests — Test Ec: Drop and Topple, Primarily for Equipment-type Specimens.
-
- 160: Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes.
 - 278: Documentation to be Supplied with Electronic Measuring Apparatus.
 - 348: Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus.
 - 381-1: Analogue Signals for Process Control Systems, Part 1: Direct Current Signals.
 - 382: Analogue Pneumatic Signal for Process Control Systems.

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DES TRANSMETTEURS UTILISÉS DANS LES SYSTÈMES DE CONDUITE DES PROCESSUS INDUSTRIELS

INTRODUCTION

Les méthodes d'évaluation spécifiées dans la présente norme sont destinées à être utilisées par les constructeurs pour déterminer les performances de leurs produits, et par les utilisateurs, ou des laboratoires d'essais indépendants, en vue de vérifier les performances spécifiées par les constructeurs.

Les conditions d'essais définies dans la présente norme, par exemple la gamme des températures ambiantes et des tensions d'alimentation, correspondent aux valeurs communément rencontrées dans la pratique. En conséquence, les valeurs précisées dans cette norme doivent être utilisées dans le cas où le constructeur ne spécifie pas d'autres valeurs.

Les essais définis dans la présente norme ne sont pas nécessairement suffisants dans le cas d'appareils spécialement conçus pour fonctionner dans des conditions particulièrement dures. À l'inverse, une série d'essais limitée peut s'avérer suffisante dans le cas d'appareils conçus pour fonctionner dans une gamme de conditions plus restreinte.

Il est souhaitable qu'une collaboration très étroite soit maintenue entre le constructeur et l'organisme effectuant l'évaluation. Les spécifications du constructeur concernant l'appareil doivent être prises en compte dans l'élaboration du programme d'essai, et il est recommandé que le constructeur soit invité à faire des observations, tant sur les programmes d'essais que sur les résultats.

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux transmetteurs ayant pour signal de sortie soit un courant électrique normalisé soit un signal pneumatique normalisé, cela conformément à la Publication 381-1 de la CEI: Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus, Première partie: Signaux à courant continu, ou à la Publication 382 de la CEI: Signal analogique pneumatique pour des systèmes de conduite de processus. Les essais détaillés exposés dans la présente norme peuvent être appliqués à des transmetteurs qui ont d'autres formes de signaux de sortie, à condition qu'il soit tenu compte, de façon appropriée, de cette différence. Les transmetteurs mesurant des grandeurs électrochimiques telles que le pH sont exclus de cette norme.

2. Objet

L'objet de la présente norme est de spécifier des méthodes uniformes d'essais pour l'évaluation des caractéristiques de fonctionnement des transmetteurs à signaux de sortie pneumatiques ou électriques.

Lorsqu'une évaluation complète conforme à la présente norme n'est pas prescrite, les essais prescrits doivent être réalisés et leurs résultats notés conformément aux parties de la norme qui leur sont applicables.

METHODS OF EVALUATING THE PERFORMANCE OF TRANSMITTERS FOR USE IN INDUSTRIAL-PROCESS CONTROL SYSTEMS

INTRODUCTION

The methods of evaluation specified in this standard are intended for use by manufacturers to determine the performance of their products and by users or independent testing establishments to verify manufacturers' performance specifications.

The test conditions in this standard, for example the range of ambient temperatures and power supply, represent those which commonly arise in use. Consequently, the values specified herein shall be used where no other values are specified by the manufacturer.

The tests specified in this standard are not necessarily sufficient for instruments specifically designed for unusually arduous duties. Conversely, a restricted series of tests may be suitable for instruments designed to perform within a more limited range of conditions.

It will be appreciated that the closest communication should be maintained between the manufacturer and the evaluating body. Note shall be taken of the manufacturer's specifications for the instrument when the test programme is being decided, and the manufacturer should be invited to comment on both the test programmes and the results.

1. Scope

This standard is applicable to transmitters which have either a standard electric current output signal or a standard pneumatic output signal in accordance with IEC Publication 381-1: Analogue Signals for Process Control Systems, Part 1: Direct Current Signals, or IEC Publication 382: Analogue Pneumatic Signal for Process Control Systems. The tests detailed herein may be applied to transmitters which have other output signals, provided that due allowance is made for such difference. Transmitters for the measurement of electrochemical properties, such as pH transmitters, are not covered by this standard.

2. Object

This standard is intended to specify uniform methods of test for the evaluation of the performance of transmitters with pneumatic or electric output signals.

When a full evaluation in accordance with this standard is not required, those tests which are required shall be performed and the results reported in accordance with those parts of the standard which are relevant.

3. Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables:

3.1 Conformité

La conformité d'une courbe qualifie son degré de rapprochement avec une courbe spécifiée (exemples: courbe linéaire, logarithmique, parabolique, cubique, racine carrée, etc.).

Notes 1. — Elle est généralement mesurée en termes de non-conformité et exprimée en tant que conformité; par exemple l'écart maximal entre une courbe moyenne et une courbe spécifiée. La courbe moyenne est déterminée après deux ou plus de deux parcours de l'étendue de mesure complète dans chaque direction. La valeur de conformité est rapportée à l'intervalle de mesure de sortie, sauf spécification contraire.

2. — En tant que spécification caractéristique de fonctionnement, la conformité peut être exprimée, soit comme conformité indépendante, soit comme conformité basée sur les extrémités, soit comme conformité basée sur le zéro.

3. — La linéarité constitue un cas particulier, mais souvent utilisé, de la conformité, quand la courbe spécifiée est une ligne droite.

3.1.1 Conformité indépendante

Ecart maximal de la caractéristique effective (moyenne des valeurs lues à la montée et des valeurs lues à la descente) par rapport à une courbe spécifiée, positionnée de façon à réduire au minimum l'écart maximal.

3.1.2 Conformité basée sur les extrémités

Ecart maximal de la caractéristique effective (moyenne des valeurs lues à la montée et des valeurs lues à la descente) par rapport à une courbe spécifiée coïncidant avec la caractéristique effective pour les deux valeurs extrêmes de l'étendue de mesure.

3.1.3 Conformité basée sur le zéro

Ecart maximal de la caractéristique effective (moyenne des valeurs lues à la montée et des valeurs lues à la descente) par rapport à une courbe spécifiée positionnée de façon à, d'une part faire coïncider les deux courbes pour la valeur minimale de l'étendue de mesure, d'autre part réduire au minimum l'écart maximal.

3.2 Zone morte

Variation maximale qui puisse affecter le signal d'entrée sans provoquer de variation décelable du signal de sortie.

3.3 Hystérésis

Propriété d'un élément qui est mise en évidence par le fait que le signal de sortie, pour une variation donnée du signal d'entrée, dépend de l'historique des variations antérieures ainsi que du sens du courant (voir figure B2, page 66 et tableau BI).

Note. — Cette notion communément utilisée couvre l'erreur d'hystérésis et la zone morte. La partie de la différence qui dépend de l'historique des variations antérieures constitue l'erreur d'hystérésis, tandis que la part attribuable à la zone morte peut être déterminée par une mesure classique de la zone morte.

3.3.1 Erreur d'hystérésis

Partie de l'hystérésis attribuable à l'énergie absorbée par les éléments constitutifs d'un appareil de mesure. Sauf spécification contraire, il y a lieu de la déterminer en soustrayant la zone morte de l'écart maximal mesuré entre les indications lues en montant et les indications lues en descendant de la variable mesurée lors d'un parcours complet de l'étendue de mesure.

3. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions shall apply:

3.1 *Conformity*

Of a curve, the closeness to which it approximates a specified curve (for example, linear, logarithmic, parabolic, cubic, square root, etc.).

Notes 1. — It is usually measured in terms of non-conformity and expressed as conformity; for example, the maximum deviation between an average curve and a specified curve. The average curve is determined after making two or more full-range traverses in each direction. The value of conformity is referred to the output span unless otherwise stated.

2. — As a performance specification, conformity may be expressed as independent conformity, terminal-based conformity, or zero-based conformity.

3. — Linearity is a specific, but often used, case of conformity where the specified curve is a straight line.

3.1.1 *Conformity, independent*

The maximum deviation of the actual characteristic (average of upscale and downscale readings) from a specified curve, so positioned as to minimize the maximum deviation.

3.1.2 *Conformity, terminal-based*

The maximum deviation of the actual characteristic (average of upscale and downscale readings) from a specified curve coinciding with the actual characteristic at upper and lower range-values.

3.1.3 *Conformity, zero-based*

The maximum deviation of the actual characteristic (average of upscale and downscale readings) from a specified curve so positioned as to coincide with the actual characteristic at the lower range-value and to minimize the maximum deviation.

3.2 *Dead band*

The largest change in input that can be effected without causing a detectable change in output.

3.3 *Hysteresis*

That property of an element evidenced by the dependence of the value of the output, for a given excursion of the input, upon the history of prior excursions and the direction of the current traverse (see Figure B2, page 67 and Table BI).

Note. — This is a common usage definition which includes hysteresis error and dead band. That portion of the difference which is dependent on the history of prior excursion is hysteresis error while that portion due to dead band may be determined by a conventional dead band test.

3.3.1 *Hysteresis error*

That portion of hysteresis due to energy absorption in the elements of a measuring instrument. Unless otherwise specified it should be determined by subtracting the effect of the dead band from the maximum measured separation between upscale-going and downscale-going indications of the measured variable during a full range traverse.

3.4 *Etendue de mesure*

Domaine dans lequel la grandeur est mesurée, reçue ou transmise; ses limites sont constituées par la valeur maximale et la valeur minimale. Exemple: 0 Pa, 20 Pa.

Note. — Les transmetteurs peuvent être munis d'un dispositif manuel ou automatique de réglage de l'étendue de mesure. Au sens donné dans cette norme, le terme « étendue de mesure » ainsi que les définitions données ci-après s'appliquent aux caractéristiques des transmetteurs pour une position donnée du dispositif de réglage.

3.4.1 *Etendue de mesure à décalage d'origine*

Une étendue de mesure dans laquelle la valeur zéro de la variable mesurée est plus grande que la valeur minimale de l'étendue de mesure. Exemple: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.4.2 *Valeur minimale de l'étendue de mesure*

Valeur minimale de la variable mesurée qu'un appareil, pour un réglage donné, est capable de mesurer.

3.4.3 *Valeur maximale de l'étendue de mesure*

Valeur maximale de la variable mesurée qu'un appareil, pour un réglage donné, est capable de mesurer.

3.4.4 *Intervalle de mesure*

Différence algébrique entre la valeur maximale et la valeur minimale de l'étendue de mesure. Exemple: 16 mA pour l'étendue de mesure 4 mA, 20 mA.

3.4.5 *Etendue de mesure avec suppression du zéro*

Etendue de mesure dans laquelle la valeur zéro de la variable mesurée est inférieure à la valeur minimale de l'étendue de mesure. Exemple: $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.4.6 *Dépassement de l'étendue de mesure*

Condition dans laquelle la valeur de la grandeur mesurée est supérieure à la valeur maximale de l'étendue de mesure, ou est inférieure à la valeur minimale de l'étendue de mesure.

3.5 *Répétabilité*

Degré de concordance entre plusieurs mesures consécutives du signal de sortie, ce pour une même valeur du signal d'entrée et dans des conditions de fonctionnement identiques, le signal d'entrée évoluant dans le même sens et parcourant complètement l'étendue de mesure.

3.6 *Transmetteur*

Appareil qui, recevant une variable mesurée, produit un signal de sortie normalisé pouvant être transmis et ayant une relation continue et définie avec la valeur de la variable mesurée.

3.7 *Réglage du zéro*

Dispositif équipant un instrument et permettant de décaler parallèlement la caractéristique entrée/sortie.

3.4 *Range*

The region between the limits within which a quantity is measured, received or transmitted; limits are given by stating the lower and upper range-values. Example: 0 Pa, 20 Pa.

Note. — Transmitters may be supplied with manual or automatic means of adjusting the range. As used in this standard the term “range” and the definitions below apply to the characteristics of the transmitter for a specified setting of the adjustment means.

3.4.1 *Elevated — zero range*

A range in which the zero value of the measured variable is greater than the lower range-value. Example: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.4.2 *Lower range-value*

The lowest value of the measured variable that a device is adjusted to measure.

3.4.3 *Upper range-value*

The highest value of the measured variable that a device is adjusted to measure.

3.4.4 *Span*

The algebraic difference between the upper and lower range-values. Example: 16 mA when the range is 4 mA, 20 mA.

3.4.5 *Suppressed — zero range*

A range in which the zero value of the measured variable is less than the lower range-value. Example: $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.4.6 *Over-range*

The condition in which the value of the input signal exceeds the upper range-value or goes below the lower range-value.

3.5 *Repeatability*

The closeness of agreement among a number of consecutive measurements of the output for the same value of the input under the same operating conditions, approaching from the same direction, for full-range traverses.

3.6 *Transmitter*

A device which responds to a measured variable to produce a standard output signal for transmission which has a prescribed continuous relationship to the value of the measured variable.

3.7 *Zero adjustment*

A means provided in an instrument to cause a parallel shift in the input-output curve.

4. Procédures générales d'essais

4.1 *Choix des étendues de mesure*

4.1.1 Sauf spécification contraire, dans le cas où l'intervalle de mesure est réglable au-delà des tolérances de fabrication, les essais doivent être réalisés de préférence en fixant la plage de réglage de l'intervalle de mesure à la valeur maximale et à la valeur minimale indiquées par le constructeur, ainsi qu'à une valeur intermédiaire.

4.1.2 Sauf spécification contraire, lorsque le zéro est réglable au-delà des tolérances de fabrication, comme dans le cas des appareils avec étendue de mesure à décalage d'origine ou avec suppression du zéro, les essais doivent, de préférence, être réalisés avec le dispositif de réglage suppression/décalage d'origine réglé de façon à exercer un effet minimal, puis pour les valeurs extrêmes.

Si l'étendue de réglage est supérieure à deux fois l'intervalle de mesure maximal, les essais doivent, de préférence, être également réalisés avec le système de réglage approximativement fixé à la moyenne arithmétique des deux valeurs extrêmes suppression/décalage d'origine du zéro.

Note. — L'essai d'un transmetteur, lorsqu'on cherche à mettre en évidence l'effet important aussi bien de l'intervalle de mesure que du zéro, et ce conformément aux paragraphes 4.1.1 et 4.1.2, peut nécessiter un nombre d'essais excessivement élevé. Il convient donc d'effectuer des essais préliminaires afin de déterminer les effets provoqués par une modification des réglages de l'intervalle de mesure et du zéro sur la caractéristique mesurée, afin de pouvoir éliminer du programme d'essai les essais redondants, dans le cas où la caractéristique peut être déduite avec un degré de fiabilité satisfaisant d'essais moins nombreux. Par exemple, l'hystérésis et la zone morte peuvent ne pas être affectées de façon significative par le choix de la valeur la plus élevée, ou la plus basse, de l'étendue de mesure si l'intervalle de mesure est maintenu constant; dans bien des cas, elles peuvent être calculées pour des intervalles de mesure différents à partir de mesures effectuées pour un seul réglage de l'intervalle de mesure. Dans tous les cas, il y a lieu d'indiquer clairement dans le rapport les valeurs correspondant aux paramètres mesurés, cela pour chaque réglage, de sorte que les valeurs de l'erreur mesurée de l'hystérésis, de la zone morte, etc., se réfèrent toutes au même réglage du transmetteur.

4.2 Le zéro et l'intervalle de mesure doivent être réglés de façon que la caractéristique effective soit en étroite conformité avec les valeurs idéales pour les valeurs maximale et minimale de l'étendue de mesure, cela avant d'effectuer chacun des essais spécifiés dans la présente norme. Lorsque cette opération est réalisée, cela doit être précisé dans le rapport d'évaluation.

4.3 Sauf spécification contraire, les résultats de l'essai doivent être exprimés en pourcentage de l'intervalle de mesure de la grandeur de sortie.

4.4 Lorsque les caractéristiques de performance sont spécifiées, elles doivent être notées sous forme de tableau à côté des résultats effectifs de l'essai.

4.5 La limite d'erreur des systèmes de mesure utilisés pour l'essai doit être indiquée dans le rapport d'essais et devrait être inférieure ou égale à un quart de la limite d'erreur annoncée pour l'appareil soumis à l'essai.

4.6 Un laps de temps suffisant, fixé selon les indications du constructeur, doit être laissé à l'appareil après que celui-ci a été relié à la source d'alimentation, de façon à permettre à la température à l'intérieur du transmetteur de se stabiliser. En l'absence de spécifications du constructeur, une période d'au moins 15 min doit être accordée.

4.7 Les erreurs doivent être exprimées en principe en tant qu'écart par rapport à la caractéristique entrée/sortie spécifiée par le constructeur.

4. General testing procedures

4.1 Selection of ranges for test

- 4.1.1 Unless otherwise stated, where the span is adjustable other than to take up manufacturing tolerances, the tests should be carried out with the span adjustment set approximately at the manufacturer's stated minimum and maximum and at an intermediate value.
- 4.1.2 Unless otherwise stated, where the zero adjustment is adjustable other than to take up manufacturing tolerance, such as devices equipped with means for suppression or elevation of zero, the tests should be carried out with the elevation/suppression adjustment set for its minimal effect, then at its extremes.

If the extent of adjustment is more than twice the maximum span, tests should also be carried out with the adjustment set approximately at the arithmetic mean of the two extreme values of elevation and/or suppression.

Note. — Testing of a transmitter with provision for substantial adjustment of both span and zero in accordance with Sub-clauses 4.1.1 and 4.1.2 may require an impractically large number of tests. Preliminary tests should be conducted to determine the effect of changing span and zero adjustments on the characteristic being measured so that redundant tests can be eliminated from the test programme in cases where the characteristic can be inferred reliably from fewer tests. For example, hysteresis and dead band may not be significantly affected by selection of the lower and upper range-value if the span is held constant, and often may be calculated for different spans from measurements at a single span setting. In any case the report should clearly indicate relevant values of the measured parameters for each setting of the adjustments so that the values of measured error, hysteresis, dead band, etc., are all referenced to the same adjustment of the transmitter.

- 4.2 Zero and span should be adjusted to make the actual characteristic conform closely to ideal values at the upper and lower range limits before the tests specified in each clause of this standard. When this is done the fact shall be stated in the evaluation report.
- 4.3 Unless otherwise stated, the test results shall be expressed as percentages of output span.
- 4.4 When performance characteristics are specified, they shall be tabulated beside the actual test results.
- 4.5 The limit of error of the measuring systems used for the test shall be stated in the test report and should be smaller than or equal to one-fourth of the stated limit of error of the instrument tested.
- 4.6 An adequate time, as specified by the manufacturer, shall be allowed after switching on the power supply in order to allow temperature within the transmitter to stabilize. In the absence of manufacturer specification, a period of at least 15 min should be allowed.
- 4.7 Errors shall be expressed as departure from the input/output relationship specified by the manufacturer.

Par exemple: un «transmetteur de température» peut avoir une sortie prévue pour être linéaire par rapport à la f.é.m. d'entrée, ou comporter un dispositif destiné à linéariser la sortie en fonction de la température. Pour déterminer l'erreur dans le premier cas, la relation entrée/sortie peut être exprimée par la f.é.m. par rapport à la sortie; dans le deuxième cas, elle s'exprime par la température rapportée à la sortie. Bien que la même procédure d'essai puisse être appliquée, les erreurs peuvent être évaluées différemment.

5. Conditions d'essais d'environnement

Les conditions d'essais spécifiées dans la présente norme sont conformes à la Publication 160 de la CEI: Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures.

5.1 Gamme des conditions ambiantes recommandée pour les mesures effectuées en cours d'essai

Température:	15 °C à 35 °C.
Humidité relative:	45% à 75%.
Pression atmosphérique:	entre 860 mbar (86 kPa) et 1 060 mbar (106 kPa).
Champ électromagnétique:	valeur à définir si nécessaire.

La vitesse maximale de variation de température autorisée lors de tout essai doit être de 1 °C en 10 min. Ces conditions peuvent être équivalentes aux conditions normales de fonctionnement.

5.2 Atmosphère de référence normalisée

Température:	20 °C.
Humidité relative:	65%.
Pression atmosphérique:	1 013 mbar (101,3 kPa).

Cette atmosphère de référence normalisée est l'atmosphère à laquelle les valeurs mesurées dans toute autre condition atmosphérique sont ramenées par calcul. Il faut reconnaître que dans bien des cas il n'est pas possible d'appliquer un facteur de correction pour l'humidité. Dans ces cas, l'atmosphère de référence normalisée ne tient compte que de la température et de la pression atmosphérique.

Cette atmosphère est équivalente aux conditions de fonctionnement de référence normales, habituellement définies par le constructeur.

5.3 Atmosphère normalisée pour effectuer des mesures d'arbitrage

Lorsqu'on ne connaît pas les facteurs de correction destinés à ramener les paramètres sensibles aux conditions atmosphériques aux valeurs correspondant à l'atmosphère normalisée, et que les mesures effectuées dans la gamme recommandée des conditions atmosphériques ambiantes ne conviennent pas, des mesures répétées dans des conditions atmosphériques étroitement contrôlées peuvent être effectuées.

Pour les besoins de cette norme, les conditions atmosphériques suivantes sont spécifiées pour les mesures d'arbitrage:

	Valeur nominale	Tolérance
Température:	20 °C	± 2 °C
Humidité relative:	65%	± 5%
Pression atmosphérique:	de 860 mbar (86 kPa) à 1 060 mbar (106 kPa).	

For example: A “temperature transmitter” may have an output intended to be linear with respect to input e.m.f., or incorporate a network intended to linearize the output with respect to temperature. To determine the error in the first example, the input/output relationship would be e.m.f. to output; in the second example, it would be temperature to output. Although the same test procedure may be applied, the errors shall be assessed differently.

5. Environmental test conditions

Test conditions specified in this standard are in accordance with IEC Publication 160: Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes.

5.1 Recommended range of ambient conditions for test measurements

Temperature:	15 °C to 35 °C.
Relative humidity:	45% to 75%.
Atmospheric pressure:	860 mbar (86 kPa) to 1 060 mbar (106 kPa).
Electromagnetic field:	value to be stated, if relevant.

The maximum rate of temperature change permissible during any test shall be 1 °C in 10 min. These conditions may be equivalent to normal operating conditions.

5.2 Standard reference atmosphere

Temperature:	20 °C.
Relative humidity:	65%.
Atmospheric pressure:	1 013 mbar (101.3 kPa).

This standard reference atmosphere is that atmosphere to which values measured under any other atmospheric conditions are corrected by calculation. It is recognized that in many cases a correction factor for humidity is not possible. In such cases the standard reference atmosphere takes account of temperature and pressure only.

This atmosphere is equivalent to the normal reference operating conditions usually identified by the manufacturer.

5.3 Standard atmosphere for referee measurements

When correction factors to adjust atmospheric-condition sensitive parameters to their standard atmosphere values are unknown, and measurements under the recommended range of ambient atmospheric conditions are unsatisfactory, repeated measurements under closely controlled atmospheric conditions may be conducted.

For the purpose of this standard, the following atmospheric conditions are given for referee measurements.

	Nominal value	Tolerance
Temperature:	20 °C	± 2 °C
Relative humidity:	65%	± 5%
Atmospheric pressure:	860 mbar (86 kPa) to 1 060 mbar (106 kPa).	

Dans le cas de conditions atmosphériques tropicales, subtropicales ou dans le cas de prescriptions particulières, d'autres conditions atmosphériques d'arbitrage sont données dans la Publication 160 de la CEI. Les conditions atmosphériques données ci-dessus correspondent aux conditions de fonctionnement de référence normales, habituellement spécifiées par le constructeur.

5.4 Conditions d'alimentation pour les essais

5.4.1 Valeurs de référence

Les valeurs de référence sont spécifiées par le constructeur.

5.4.2 Tolérances

Sauf accord entre constructeur et utilisateur pour des tolérances plus étroites, les tolérances données ci-dessous doivent être respectées:

Alimentation électrique

- tension nominale: $\pm 1\%$;
- fréquence nominale: $\pm 1\%$;
- distorsion harmonique (pour une alimentation en courant alternatif): inférieure à 5%;
- distorsion en courant continu (pour une alimentation en courant continu): inférieure à 0,1%.

Note. — Ces tolérances ne sont pas applicables aux transmetteurs comportant une source d'alimentation incorporée.

Alimentation pneumatique

- pression nominale: $\pm 1\%$;
- température de l'air d'alimentation: température ambiante $\pm 2^\circ\text{C}$;
- humidité de l'air d'alimentation: le point de rosée doit se trouver à au moins 10°C en dessous de la température du corps du transmetteur;
- absence d'huile et de poussière.

Note. — Une alimentation pneumatique dont la teneur en huile n'est pas supérieure à une partie par million, et dans laquelle on ne trouve pas de particules de poussière de dimensions excédant $3\text{ }\mu\text{m}$, est considérée comme étant exempte d'huile et de poussière.

5.5 Impédance de charge

Pour les transmetteurs électriques, on doit prendre comme impédance de charge celle qui est spécifiée par le constructeur. Dans le cas où le constructeur donne plusieurs valeurs, l'impédance de charge retenue doit être égale à:

- la valeur minimale spécifiée par le constructeur, pour un transmetteur dont le signal de sortie est une tension continue;
- la valeur maximale spécifiée par le constructeur, pour un transmetteur dont le signal de sortie est un courant continu.

Sauf spécification contraire de la part du constructeur, on doit utiliser, pour les transmetteurs pneumatiques, un tuyau rigide de 8 m de long et d'un diamètre intérieur de 4 mm, suivi d'une capacité de 20 cm^3 .

Note. — Il convient de prendre soin de s'assurer que les raccordements pneumatiques soient bien hermétiques.

For tropical, sub-tropical, or other special requirement, alternate referee atmospheres are given in IEC Publication 160. This atmosphere is equivalent to the reference operating conditions usually identified by the manufacturer.

5.4 *Supply conditions during tests*

5.4.1 *Reference values*

The values specified by the manufacturer.

5.4.2 *Tolerances*

The tolerance given below apply unless closer tolerances are agreed between user and manufacturer.

Electrical supply

- rated voltage: $\pm 1\%$;
- rated frequency: $\pm 1\%$;
- harmonic distortion (a.c. supply): less than 5%;
- ripple (d.c. supply): less than 0.1%.

Note. — Tolerances are not applicable to transmitters with self-contained power supplies.

Pneumatic supply

- rated pressure: $\pm 1\%$;
- supply air temperature: ambient temperature $\pm 2^\circ\text{C}$;
- supply air humidity: dew-point at least 10°C below transmitter body temperature;
- oil and dust free.

Note. — An oil content not greater than one part per million and absence of dust particles greater than $3\text{ }\mu\text{m}$ is considered to be an "oil and dust free" supply.

5.5 *Load impedance*

The value given by the manufacturer shall be used for electric transmitters. If the manufacturer gives more than one value, the load impedance taken shall be equal to:

- the minimum value specified by the manufacturer for a transmitter with direct voltage output signal;
- the maximum value specified by the manufacturer for a transmitter with direct current output signal.

Unless otherwise stated by the manufacturer, for pneumatic transmitters an 8 m length of 4 mm internal diameter rigid pipe followed by a 20 cm³ capacity shall be used.

Note. — Care should be taken to ensure that pneumatic connections are leak tight.

5.6 Autres conditions

Signaux d'entrée: les tensions induites intempestives, ainsi que les fluctuations de pression, doivent avoir un effet négligeable sur les mesures.

Position du transmetteur pendant l'essai: toute position normale spécifiée par le constructeur. Une seule des positions admises doit être utilisée tout au long des essais.

Contraintes mécaniques externes: elles doivent être négligeables.

Lorsque le fonctionnement normal nécessite que le fluide caractérisant le processus traverse l'élément de mesure, le débit doit être ajusté à la moyenne de la valeur maximale et de la valeur minimale spécifiées par le constructeur. La température du fluide doit être maintenue à $\pm 2^\circ\text{C}$ autour de la valeur choisie dans la gamme spécifiée par le constructeur. La composition du fluide doit être telle qu'elle n'ait aucun effet défavorable sur l'appareil soumis à l'essai.

6. Comportement statique

6.1 Termes relatifs à la précision

6.1.1 Généralités

On doit laisser le temps à l'appareil soumis à l'essai ainsi qu'à l'appareillage d'essai qui lui est associé de se stabiliser dans des conditions d'environnement établies (régime permanent). Tous les essais doivent être réalisés dans ces conditions. Les conditions d'environnement susceptibles d'influencer les résultats d'essai doivent être observées et notées.

Les points d'essais choisis en vue de déterminer la caractéristique fonctionnelle d'un appareil devraient être répartis sur toute la gamme. Ces points d'essai devraient inclure les points correspondant à la valeur maximale et à la valeur minimale de la gamme (à 10% près de l'intervalle de mesure). Le nombre de points devrait être de cinq au minimum, de préférence davantage. Le nombre et l'emplacement de ces points devraient être en rapport d'une part avec le degré d'exactitude souhaité, d'autre part avec la caractéristique en cours d'évaluation.

Avant tout relevé, l'appareil soumis à l'essai doit fonctionner «à blanc», en lui faisant parcourir trois gammes complètes dans chaque direction.

A chaque point d'observation, le signal d'entrée doit être maintenu stable, jusqu'à ce que le signal de sortie de l'appareil soumis à l'essai se stabilise à son tour au niveau de ce qui semble être sa valeur définitive.

Il n'est pas permis de tapoter ou de faire vibrer l'appareil soumis à l'essai, à moins que la caractéristique de la performance étudiée ne nécessite une telle action.

6.1.1.1 Cycle de mesure

L'appareil soumis à l'essai est maintenu dans les conditions d'essai et de préconditionnement spécifiées au paragraphe 6.1.1. Les valeurs de la grandeur de sortie sont observées et notées pour chaque valeur d'entrée, et ce pour au moins trois, mais de préférence cinq parcours complets de la gamme dans chaque direction.

6.1.1.2 Mode de représentation des erreurs

On détermine la différence entre chaque valeur de la grandeur de sortie observée et la valeur idéale de sortie qui lui correspond. Cette différence représente l'erreur et doit être exprimée en pourcentage de l'intervalle de mesure de sortie. Une erreur positive signifie que la valeur de sortie observée est plus grande que la valeur idéale de sortie.

5.6 Other conditions

Input signals: spurious induced voltage or pressure fluctuation shall have negligible effect on the measurement.

Transmitter position during the test: any normal operating position specified by the manufacturer. Only one of the permitted positions shall be used throughout the tests.

External mechanical constraints: they shall be negligible.

When normal operation requires a flow of process fluid through the measuring element the flow rate shall be adjusted to the mean of the maximum and minimum values specified by the manufacturer. The temperature of the fluid shall be maintained within $\pm 2^\circ\text{C}$ of a value within the range specified by the manufacturer. The composition of the fluid shall be such that it will not have an adverse effect on the instrument under test.

6. Static behaviour

6.1 Accuracy related terms

6.1.1 General

The device under test and the associated test equipment shall be allowed to stabilize under steady-state environmental conditions. All testing shall be done under these conditions. Environmental conditions which may influence test results shall be observed and recorded.

The number of test points to determine the performance characteristics of a device should be distributed over the range. They should include points at or near (within 10% of span) the lower and upper range-values. There should be not less than five points and preferably more. The number and location of these test points should be consistent with the degree of exactness desired and the characteristic being evaluated.

Prior to recording observations, the device under test shall be exercised by three full-range traverses in each direction.

At each point being observed, the input shall be held steady until the output of the device under test becomes stabilized at its apparent final value.

Tapping or vibrating the instrument under test is not allowed unless the performance characteristic under study requires such action.

6.1.1.1 Measurement cycle

Maintain test conditions and pre-condition the device under test as indicated in Sub-clause 6.1.1. Observe and record output values for each input value for at least three, but preferably five, full range traverses in each direction.

6.1.1.2 Error tabulation

Determine the difference between each observed output value and its corresponding ideal output value. This difference is the error and shall be expressed as a per cent of output span. A positive error denotes that the observed output value is greater than the ideal output value.

Les valeurs suivantes sont calculées:

- 1) Erreur moyenne à la montée: moyenne arithmétique des erreurs pour chaque valeur d'entrée, mesurée à la montée, et pour chaque cycle de mesure.
- 2) Erreur moyenne à la descente: moyenne arithmétique des erreurs pour chaque valeur d'entrée, mesurée à la descente, et pour chaque cycle de mesure.
- 3) Erreur moyenne: moyenne arithmétique de toutes les valeurs mesurées à la montée et à la descente, pour chaque valeur de la grandeur d'entrée.

La présentation des valeurs des erreurs, erreur moyenne à la montée, erreur moyenne à la descente, erreur moyenne, doit se faire sous la forme d'un tableau semblable au tableau B1.

6.1.1.3 Courbe d'erreur

On relèvera les courbes d'erreurs suivantes, en fonction du signal d'entrée exprimé en pourcent (voir figure B1, page 66):

- erreur moyenne à la montée;
- erreur moyenne à la descente;
- erreur moyenne.

6.1.2 Erreur mesurée

La plus grande valeur, positive ou négative, de l'erreur déterminée à partir de la courbe de l'erreur moyenne à la montée ou de la courbe de l'erreur moyenne à la descente doit être notée; elle est appelée « erreur mesurée ». Sauf spécification contraire précisée dans le rapport ou sauf spécification contraire du constructeur, l'appareil doit être réglé avant l'essai pour que l'erreur en haut de l'étendue de mesure et l'erreur en bas de l'étendue de mesure soient minimales.

6.1.3 Conformité basée sur les extrémités

La conformité basée sur les extrémités peut être déterminée directement à partir de la courbe d'erreur (voir la figure B1).

Pour ce faire, on trace soit une droite de référence, soit une courbe de référence de telle sorte que cette courbe coïncide, pour la valeur minimale et la valeur maximale de l'étendue de mesure, avec la courbe d'erreur moyenne.

La conformité basée sur les extrémités est l'écart maximal entre la courbe d'erreur moyenne et la droite ou courbe de référence. Elle est exprimée en pourcentage en plus ou en moins de l'intervalle idéal de la grandeur de sortie (voir tableau B1 pour les calculs sur un échantillon).

Notes 1. — Les méthodes graphiques décrites dans cette norme illustrent la nature des calculs à effectuer. D'autres méthodes, par exemple le traitement des données à l'aide d'une calculatrice, peuvent être utilisées.

2. — Il est également possible à partir des valeurs mesurées de calculer « la conformité indépendante » et la « conformité basée sur le zéro ». Si la conformité est présentée conformément à ces principes, ceci doit être clairement précisé dans le rapport.
3. — Dans le cas où la courbe de conformité est en forme de C, l'erreur de conformité basée sur les extrémités a une valeur plus grande que dans le cas où la courbe de conformité est en forme de S.
Si l'appareil comporte un dispositif de réglage minimisant l'erreur de conformité, la conformité indépendante sera plus significative.

6.1.4 Hystérésis

L'hystérésis est la différence entre les valeurs de l'erreur moyenne à la montée et de l'erreur moyenne à la descente pour chaque valeur de la grandeur d'entrée.

La valeur d'hystérésis à retenir est la différence maximale à partir de la méthode ci-dessus.

Compute the following:

- 1) Average upscale error—the arithmetic mean of the errors at each value of input for the upscale readings of each measurement cycle.
- 2) Average downscale error—the arithmetic mean of the errors at each value of input for the downscale readings of each measurement cycle.
- 3) Average error—the arithmetic mean of all upscale and downscale readings at each value of input.

Record error values, average upscale error values, average downscale error values, and average error values in a table such as illustrated in Table B1.

6.1.1.3 *Error curve*

Plot the following error curves versus per cent input (see Figure B1, page 67):

- average upscale error;
- average downscale error, and
- average error.

6.1.2 *Measured error*

The greatest positive or negative value of error determined from the curve of average upscale error or the curve of average downscale error shall be recorded as measured error. Unless otherwise stated in the report or specified by the manufacturer, the instrument shall be adjusted for minimum error at the lower and upper range-values before the test.

6.1.3 *Conformity, terminal-based*

Terminal-based conformity may be determined directly from the error curve (see Figure B1).

Draw a straight reference line or other reference curve such that it coincides with the average error curve at the upper range-value and the lower range-values.

Terminal-based conformity is the maximum deviation between the average error curve and the straight line or reference curve. It is expressed as a plus or minus per cent of ideal output span. (See Table B1 for sample calculations.)

- Notes* 1. — The graphical methods described in this standard illustrate the nature of the computation to be made. Other methods, e.g. computer reduction of data, may be used.
2. — From the measurements taken it is also possible to compute “independent conformity” and “zero-based conformity”. If conformity is presented according to these bases the fact should be stated clearly in the report.
 3. — If the instrument has a C-shaped curve a statement of terminal-based conformity will yield a larger value than if the instrument has an S-shaped curve.
If the use of the instrument permits adjustments to minimize conformity errors the value of independent conformity is a useful figure.

6.1.4 *Hysteresis*

Hysteresis is the difference between the values of the average upscale error and the average downscale error at each value of input.

Report as the value of hysteresis the largest difference as determined above.