

**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

With NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60770:1984

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

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° 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°C , $+30^{\circ}\text{C}$.

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°C , 500°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 $3\ \mu\text{m}$, 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 $20\ \text{cm}^3$.

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 $3\ \mu\text{m}$ 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 BI.

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 BI 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.

6.1.5 Répétabilité

La répétabilité peut être déterminée directement à partir des valeurs de l'erreur relevée au cours d'un certain nombre de cycles d'essais. La répétabilité doit être exprimée comme étant la valeur quadratique par rapport à la moyenne relevée au cours d'un certain nombre d'essais.

La répétabilité doit être exprimée sous la forme d'un pourcentage de l'intervalle de mesure du signal de sortie, en utilisant les valeurs les plus défavorables obtenues précédemment. (Le tableau BI et l'annexe B donnent des illustrations de cette méthode.)

Notes 1. — Dans certains cas, il est possible de faciliter la détermination du point correspondant à la répétabilité maximale en reportant toutes les valeurs d'erreurs relevées au cours des cycles de mesure sur la courbe d'erreur.

2. — La valeur de répétabilité déterminée conformément à ce paragraphe est destinée à comparer les performances d'appareils similaires. Elle n'est pas considérée comme une mesure statistique valable de la répétabilité qui peut être observée en exploitation.

6.1.6 Zone morte

La zone morte doit être mesurée pour la valeur maximale et la valeur minimale de l'étendue de mesure, ainsi qu'en un point situé à mi-chemin entre ces deux valeurs, en procédant comme suit:

- 1) Faire varier lentement (dans l'un ou l'autre sens) la grandeur d'entrée jusqu'à ce qu'une variation décelable puisse être observée sur la grandeur de sortie.
- 2) Noter la valeur d'entrée.
- 3) Faire varier lentement la grandeur d'entrée en sens inverse jusqu'à ce qu'une variation décelable puisse être observée sur la grandeur de sortie.
- 4) Noter la valeur de la grandeur d'entrée.

Le créneau de variation appliqué au signal d'entrée (différence entre les valeurs notées aux points 2 et en 4) constitue la zone morte. Elle est déterminée sur la base d'un minimum de trois cycles et de préférence sur cinq cycles (les opérations notées de 1 à 4 constituant un cycle). La valeur maximale doit être relevée.

La zone morte doit être exprimée en pourcentage de l'intervalle de la grandeur d'entrée. Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire de poursuivre l'essai si la zone morte est inférieure à 0,1%.

Note. — Si les mesures pour la valeur maximale et pour la valeur minimale de l'étendue de mesure s'avèrent trop délicates, les mesures pourront être faites pour d'autres valeurs, par exemple pour 10% et 90% de l'étendue de mesure.

6.2 Effets des grandeurs d'influence

Sauf spécification contraire, ces effets doivent être déterminés en mesurant les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par les variations, décrites ci-après, des conditions d'utilisation prises séparément. Les autres conditions d'utilisation doivent être maintenues constantes à leur valeur de référence. La vitesse de variation des grandeurs d'influence doit être suffisamment lente afin d'éviter tout dépassement intempestif en un quelconque point du transmetteur soumis à l'essai.

Note. — Il y a lieu d'effectuer, si nécessaire, les mesures de la grandeur de sortie pour plusieurs valeurs d'entrée, de façon à permettre d'évaluer toute répercussion significative des grandeurs d'influence sur la conformité, l'hystérésis, etc.

6.1.5 Repeatability

Repeatability can be determined directly from the error values of a number of test cycles. Repeatability shall be computed as the root mean square of the deviations from the average of a number of observations.

Repeatability shall be expressed as a percentage of the output span using the worst value obtained above. (See Table BI and Appendix B for illustrative examples.)

Notes 1. — In some cases determination of the point at which the value of repeatability is greatest will be aided by plotting all the error values for the measurement cycles on the error curve.

2. — The value of repeatability determined in accordance with this sub-clause is intended for comparison of the performance of similar devices. It is not intended to be a statistically valid measure of repeatability which may be observed in service.

6.1.6 Dead band

Dead band shall be measured at the upper and lower range-values and at a point midway between these values by proceeding as follows:

- 1) Slowly vary (increase or decrease) the input until a detectable output change is observed.
- 2) Observe the input value.
- 3) Slowly vary the input in the opposite direction until a detectable output change is observed.
- 4) Observe the input value.

The increment through which the input signal is varied (difference between steps 2 and 4) is the dead band. It is determined from a minimum of three cycles and preferably five cycles (steps 1 to 4). The maximum value shall be reported.

Dead band shall be expressed in per cent of input span. It is unnecessary in most cases to continue the test if the dead band is less than 0.1%.

Note. — If measurement at upper and lower range-values is impractical the measurement may be made at other values, for example 10% and 90% of range.

6.2 Effects of influence quantities

Unless otherwise stated, these effects shall be assessed by determining the change in the lower range-value and the span due to the following changes in conditions of use taken individually. The other conditions of use remain constant at the reference values. Rates of change of influence quantities shall be sufficiently slow to ensure that no overshoot occurs at any location in the transmitter under test.

Note. — If necessary measurement of output should be made at several input values to permit assessment of any significant effect of influence quantities on conformity, hysteresis, etc.

6.2.1 Irrégularités de l'alimentation électrique

6.2.1.1 Variations affectant l'alimentation principale (réseau)

Cet essai doit être effectué en mesurant les variations affectant la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure, variations provoquées par toutes les variations combinées spécifiées ci-après des grandeurs d'alimentation (ce qui représente neuf mesures dans le cas d'une alimentation en courant alternatif, et trois mesures dans le cas d'une alimentation en courant continu), la valeur de la résistance de charge étant spécifiée au paragraphe 5.5.

1) Tension

- a) valeur nominale;
- b) +10% ou la limite spécifiée par le constructeur si elle est inférieure à 10%;
- c) -15% ou la limite spécifiée par le constructeur si elle est inférieure à 15%.

2) Fréquence

- a) valeur nominale;
- b) +2%, -10% ou les limites spécifiées par le constructeur si elles sont plus étroites.

Lorsqu'il se produit une conjugaison de basse tension et de basse fréquence, il convient d'effectuer un essai en vue de s'assurer que la grandeur d'entrée est à sa valeur maximale, le signal de sortie peut atteindre la valeur maximale de son étendue de mesure.

6.2.1.2 Interruptions de l'alimentation

Le but de cet essai est de déterminer le comportement du transmetteur au moment de la commutation sur une alimentation de secours. Le signal d'entrée doit être maintenu constant à 50% de l'intervalle de mesure.

Interruptions de courte durée (essai applicable seulement aux transmetteurs électriques)

L'alimentation doit être interrompue pendant 5 ms, 20 ms, 100 ms, 200 ms et 500 ms dans le cas d'une alimentation en courant continu; ou 1, 5, 10 et 25 cycles au point de passage par zéro dans le cas d'une alimentation en courant alternatif.

Les valeurs suivantes doivent être notées:

- les variations transitoires maximales positives ou négatives affectant la grandeur de sortie;
- le temps nécessaire pour que la grandeur de sortie atteigne 99% de sa valeur stabilisée après réapplication de l'alimentation;
- tout changement permanent de la valeur du signal de sortie.

Si la phase de l'interruption est aléatoire, cet essai doit être répété dix fois, le temps de repos de l'appareil entre deux essais étant au moins égal à dix fois la durée d'un essai. Si la commutation se produit au point zéro, trois essais sont suffisants.

6.2.1.3 Baisse de la tension d'alimentation

Le transmetteur étant réglé pour la valeur maximale du signal de sortie, la tension d'alimentation est réduite à 75% de sa valeur nominale pendant 5 s. La variation du signal de sortie, ainsi que l'amplitude et la durée de tout phénomène transitoire, doivent être notées.

6.2.1 *Electrical power supply aberrations*

6.2.1.1 *Mains power supply variations*

This test shall be carried out by measurement of the changes in lower range-value and span caused by the following variations in the power supply in combination (i.e. nine sets of measurements for a.c. supplies and three sets of measurements for d.c. supplies), the load resistance being as specified in Sub-clause 5.5.

1) *Voltage*

- a) nominal value,
- b) +10% or the manufacturer's limit, if less,
- c) -15% or the manufacturer's limit, if less.

2) *Frequency*

- a) nominal value,
- b) +2%, -10% or the manufacturer's limit, if narrower.

Under low-voltage/low-frequency conditions, a check shall be made to establish that with the input at the upper range-value, the output does not limit below its upper range-value.

6.2.1.2 *Power supply interruptions*

The purpose of this test is to determine the behaviour of the transmitter when switching to a standby supply. The input shall be held constant at 50% of span.

Short interruption (electric transmitter only)

The power supply shall be interrupted for: 5 ms, 20 ms, 100 ms, 200 ms and 500 ms for d.c. supply; or 1, 5, 10 and 25 cycles at the crossover point for a.c. supply.

The following values shall be recorded:

- the maximum transient negative and positive change in output;
- the time taken for the output to reach 99% of its steady-state value following reapplication of power;
- any permanent change in output.

If switching occurs at random phase this test should be repeated ten times, the period of time between any two tests being at least equal to ten times the duration of the test. If switching is at the crossover point only three tests are necessary.

6.2.1.3 *Power supply depression*

With the transmitter set at output upper range-value, the power supply voltage shall be reduced to 75% of nominal value for a period of 5 s. The change in output and the amplitude and duration of any transient shall be recorded.

6.2.1.4 *Surtensions transitoires affectant l'alimentation principale (voir figure 1, page 52)*

L'essai consiste à superposer des pointes de tension à l'alimentation principale. L'énergie de pointe doit être de 0,1 J, et les amplitudes des pics de tension doivent correspondre à des surtensions de 100%, 200% et 500% (en pourcentage de la valeur efficace de la tension d'alimentation principale). La pointe de tension peut être engendrée par la décharge d'un condensateur ou tout système donnant un résultat équivalent.

Les circuits d'alimentation doivent être protégés par un filtre de protection approprié, constitué au minimum d'une bobine de choc de 500 μ H capable de supporter le courant en ligne.

L'essai consiste à appliquer, soit deux impulsions pour chaque valeur d'amplitude prescrite ci-dessus, en phase avec la valeur maximale de la tension d'alimentation, soit un minimum de dix impulsions déphasées de façon aléatoire par rapport à l'alimentation principale. Tout phénomène transitoire, de même que toute variation en courant continu affectant le signal de sortie de l'appareil, doit être noté.

6.2.2 *Variations affectant l'alimentation pneumatique*

Cet essai doit être réalisé avec un signal de sortie de 100%, en mesurant l'effet provoqué par une variation de $\pm 10\%$ autour de la pression d'alimentation nominale de référence appliquée au transmetteur.

6.2.3 *Protection contre l'inversion de la tension d'alimentation*

Dans le cas de transmetteur comportant une protection contre l'inversion de la tension d'alimentation, on applique au transmetteur la tension d'alimentation maximale inverse admissible.

6.2.4 *Perturbations électriques*

6.2.4.1 *Perturbations de mode commun (voir figure 2, page 52)*

Cet essai est uniquement applicable aux transmetteurs dont les bornes sont isolées par rapport à la terre.

L'essai consiste à mesurer les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure, provoquées par la superposition d'un signal alternatif de 250 V de valeur efficace et de fréquence égale à la fréquence de l'alimentation principale successivement entre la terre et chaque borne d'entrée et de sortie. Si le constructeur spécifie une valeur inférieure à 250 V, c'est cette valeur qui doit être appliquée. La phase du signal perturbateur doit varier de 360° par rapport à celle de la tension d'alimentation du transmetteur.

Le même essai doit être ensuite effectué en substituant cette fois une tension continue à la tension alternative. Une tension égale à la plus faible des deux valeurs suivantes: 50 V courant continu, ou 1 000 fois l'intervalle de mesure doit être appliquée, avec l'une et l'autre polarité. Si le constructeur spécifie une valeur inférieure à 50 V, c'est cette valeur inférieure qui doit être appliquée. Comme précédemment, la tension ne doit être appliquée qu'aux bornes de sortie qui sont isolées par rapport à la terre.

Au cours des essais de perturbation de mode commun, le transmetteur doit être alimenté à partir d'une source de signaux d'entrée qui n'est pas affectée par les signaux de mode commun. Pour les transmetteurs dont le signal d'entrée est un courant, la source de signaux doit être une source de courant dont les bornes de sortie sont reliées en parallèle par un condensateur de

6.2.1.4 Mains power supply transient overvoltages (see Figure 1, page 53)

Voltage spikes shall be superimposed on the mains supply. The spike energy shall be 0.1 J, and the spike amplitudes shall be 100%, 200% and 500% overvoltage (percentage of nominal mains r.m.s. voltage). The spike may be generated by capacitor discharge or by any means giving an equivalent waveform.

The power supply lines shall be protected by a suitable suppression filter, consisting at least of a choke of 500 μ H capable of carrying the line current.

Two pulses of each amplitude phased to mains peak voltage shall be applied, or alternatively, at least ten pulses randomly phased with respect to the mains supply. Any transients or d.c. output changes appearing at the output of the instrument shall be recorded.

6.2.2 Pneumatic supply variations

This test shall be carried out at 100% output by measuring the effect of a variation of $\pm 10\%$ about the nominal reference supply pressure to the transmitter.

6.2.3 Reverse supply voltage protection

For transmitters incorporating protection against power supply reversal, the maximum allowed reverse power supply voltage shall be applied.

6.2.4 Electrical interference

6.2.4.1 Common mode interference (see Figure 2, page 53)

This test is only applicable to transmitters with terminals which are isolated from earth.

It shall be carried out by measurement of the changes in the lower range-value and span caused by the superposition of an a.c. signal of 250 V r.m.s. at mains frequency between earth and each input and output terminal in turn. If the manufacturer specifies a value less than 250 V then this lower value shall be used instead. The phase of the interfering signal shall be varied over 360° with respect to the phase of the mains input to transmitter power supply.

The test shall then be repeated using a direct instead of an alternating voltage. A potential of 50 V d.c. or 1 000 times the input span, whichever is less, shall be used, both positive and negative potentials being applied. If the manufacturer specifies a value less than 50 V, this lower value shall be used. As previously, the voltage shall only be applied to output terminals that are isolated from earth.

During the common mode interference tests, the transmitter shall be supplied from an input signal source which is not affected by the common mode signal. For current-input transmitters the signal source shall be a current source with not less than 10 μ F capacitance connected

capacité au moins égale à 10 μF . Pour les transmetteurs dont le signal d'entrée est une tension, la source de signaux doit être une source de tension dont l'impédance de sortie ne doit pas excéder 100 Ω pour la fréquence d'alimentation.

Note. — Les essais de perturbation de mode commun sont aussi couramment réalisés en appliquant simultanément le signal d'essai aux deux bornes d'entrée ou de sortie. Si l'impédance entre les bornes est faible comparativement à l'impédance par rapport à la terre, les deux méthodes d'essai conduiront à des résultats équivalents. La méthode décrite ci-dessus a été choisie en vue d'apporter une certaine cohérence entre les méthodes d'essais de différents laboratoires et les résultats correspondants, cela pour une large gamme d'appareils.

6.2.4.2 Perturbations de mode série (voir figure 3, page 54)

Cet essai est utilisé pour déterminer l'influence sur la sortie d'un signal en courant alternatif (signal de mode série) à la fréquence principale, superposée au signal d'entrée.

La tension parasite est obtenue au moyen d'un transformateur dont le secondaire est shunté par une résistance branchée en parallèle, de 10 Ω maximum, et branchée en série avec l'entrée.

La borne de connexion commune au transformateur et à la résistance de charge, montée en parallèle, du côté qui n'est pas connecté directement au transmetteur, doit être mise à la terre. Pour les appareils ayant un isolement entre l'entrée et la sortie, l'entrée doit être mise à la terre lorsque des mesures sont effectuées sur la sortie. Les mesures doivent être effectuées pour des valeurs de sortie de 10% et 90%.

En réglant la tension primaire, la tension mode série à travers la résistance de charge doit être réglée à 1 V, valeur de crête, avec la connexion au transmetteur en circuit ouvert. Le transmetteur est alors connecté au circuit, et la variation de la valeur moyenne du signal de sortie est mesurée. La phase de la tension du transformateur doit être réglée de telle façon que le changement du courant de sortie ait sa valeur maximale. Le changement de la valeur moyenne de la tension continue du signal de sortie est noté, s'il est inférieur à 0,5% de l'intervalle de mesure réel. Si la valeur de la variation mesurée est supérieure à 0,5% de l'intervalle de mesure, la tension de mode série est réduite en diminuant la tension primaire jusqu'à ce que la variation du signal de sortie soit ramenée à 0,5%. La valeur correspondante de tension de mode série doit être indiquée.

6.2.5 Mise à la masse

Cet essai est applicable seulement aux transmetteurs dont l'entrée est électrique et dont la sortie est isolée de la terre.

Cet essai doit être conduit en mesurant, en régime permanent, les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées en mettant alternativement à la masse chaque connexion d'entrée et de sortie.

Tout transitoire doit être noté.

Il convient de prendre soin d'éliminer tout effet dû à la mise à la masse de la source.

6.2.6 Charge de sortie

6.2.6.1 Charge de sortie (électrique)

Cet essai doit être appliqué seulement au transmetteur à signal de sortie électrique. Il doit être conduit en mesurant les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par une variation de résistance de charge de sa valeur minimale à sa valeur maximale spécifiées par le constructeur. Les variations du signal de sortie doivent être exprimées en pourcentage de l'intervalle de mesure du signal de sortie.

across its output terminals. For voltage-input transmitters the signal source shall be a voltage source with an output impedance no greater than $100\ \Omega$ at mains frequency.

Note. — Common mode interference tests are also commonly conducted by connecting the test signal to both input or both output terminals simultaneously. If the impedance between terminals is low relative to impedance to earth both test methods yield equivalent results. The method described above has been chosen to promote consistency of method and results among testing agencies for a wide range of devices.

6.2.4.2 *Series mode interference (see Figure 3, page 55)*

This test is used to determine the influence on the output of an a.c. signal (series mode signal) at mains frequency superimposed on the input signal.

The superimposed voltage is obtained across the secondary of a transformer shunted with a parallel resistance of $10\ \Omega$ maximum and connected in series with the input.

The side of the parallel connection of the transformer secondary and loading resistor not directly connected to the transmitter should be earthed. For instruments with isolation between input and output, the output should be earthed when input is being measured. Measurements should be carried out for output values of 10% and 90%.

By adjusting the primary voltage the series mode voltage across the loading resistor shall be set to 1 V, peak value, with the connection to the transmitter open-circuited. The transmitter is then connected into the circuit, and the change in the mean value of the output signal is measured. The phase of the transformer voltage shall be set so that the change of the output current has its maximum value. The change of the mean d.c. value of the output signal is noted, if smaller than 0.5% of the actual span. If the measured change is greater than 0.5% of span, the series mode voltage is reduced by reducing the primary voltage until the change in the output signal equals 0.5% of span. The corresponding value of the series mode voltage shall be stated.

6.2.5 *Earthing*

This test is applicable only to transmitters with electrical inputs and outputs isolated from earth.

The tests shall be carried out by measurement of the steady-state change of the lower range-value and span caused by earthing each input and output terminal in turn.

Any transient changes shall be noted.

Care should be taken to eliminate any effect due to earthing of the test signal source.

6.2.6 *Output load*

6.2.6.1 *Output load (electrical)*

This test shall be applied to transmitters with electrical output signals. It shall be carried out by measurement of the changes in lower range-value and span caused by variations of load resistance from the minimum to the maximum value specified by the manufacturer. The output changes shall be expressed in per cent of output span.

6.2.6.2 Charge de sortie (pneumatique)

Cet essai doit être effectué pour un signal d'entrée de 10%, 50% puis 90% de l'intervalle de mesure. Une quantité variable d'air doit être fournie par le transmetteur et la pression de sortie mesurée pour chaque débit délivré. Des quantités variables d'air doivent ensuite être introduites dans le transmetteur et les pressions de sortie mesurées pour chaque débit absorbé. Un graphique de la pression en fonction du débit doit ensuite être tracé conformément aux indications de la figure 4, page 56. Sur la base de ce graphique seront déterminés:

- le débit maximal fourni (0,2 bar de sortie);
- le débit maximal absorbé (1 bar de sortie);
- les variations de pression de sortie pour un débit fourni de 0,2 m³/h et de 0,4 m³/h (aux conditions de référence);
- la variation de la pression de sortie quand le transmetteur absorbe 0,2 m³/h et 0,4 m³/h (aux conditions de référence).

La pression d'alimentation doit être maintenue à sa valeur nominale pendant les essais.

Une discontinuité dans la caractéristique des débits est appelée « zone morte du relais de sortie » (voir figure 4) et la hauteur de l'échelon de cette discontinuité doit être exprimée en pourcentage de l'intervalle de mesure. Le débit d'air correspondant (fourni ou absorbé) doit alors être noté.

6.2.7 Impédance de source

Pour les transmetteurs, dont le signal d'entrée est une tension électrique, le changement du signal de sortie provoqué par une variation de l'impédance d'entrée de sa valeur minimale à sa valeur maximale spécifiées par le constructeur doit être mesuré. La résistance doit être répartie également dans chaque ligne.

6.2.8 Perturbation radio

Les effets des interférences électromagnétiques de fréquence radio doivent faire l'objet d'accords particuliers entre le constructeur et l'utilisateur.

6.2.9 Perturbation due au champ magnétique

Ces essais ont pour but de déterminer l'effet du champ magnétique alternatif à la fréquence de l'alimentation sur le signal de sortie du transmetteur. Ils ne doivent pas être effectués sur des transmetteurs pneumatiques.

L'instrument doit être exposé à un champ magnétique de 400 A/m de valeur efficace, dirigé suivant l'axe principal de l'appareil.

L'effet du champ sur le niveau moyen du courant continu et sur l'ondulation du signal de sortie doit être noté pour un signal de sortie de 10% et de 90% de l'intervalle de mesure. Cet essai doit être répété avec un champ magnétique dirigé suivant deux axes supplémentaires mutuellement perpendiculaires au premier.

Note. — Un champ magnétique d'approximativement 400 A/m peut être obtenu au voisinage du centre d'une bobine circulaire de 1 m de diamètre, de 80 tours, parcourue par 5 A.

6.2.10 Températures ambiantes (voir Publications 68-2-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai A: Froid, 68-2-2; Essais B: Chaleur sèche, 68-2-14; Essai N: Variations de température).

6.2.6.2 *Output load (pneumatic)*

This test shall be carried out with the input set at 10%, 50% and 90% of span. Varying amounts of air shall be bled from the transmitter output connection and the output pressure measured for each delivered flow rate. Varying amounts of air shall then be bled into the transmitter output connection and the output pressure measured for each exhausted flow rate. The pressure shall then be plotted against flow in accordance with Figure 4, page 57. From the graph will be determined:

- maximum delivered flow rate (0.2 bar output);
- maximum exhausted flow rate (1 bar output);
- output pressure change when delivering 0.2 m³/h and 0.4 m³/h of air (at reference conditions);
- output pressure change when exhausting 0.2 m³/h and 0.4 m³/h of air (at reference conditions).

Air supply pressure shall be maintained at its nominal level throughout the test.

A discontinuity in the flow characteristic is termed “the output relay dead space” (Figure 4) and the height of the step of this discontinuity shall be expressed as a per cent of span. The corresponding air flow (delivered or exhausted) shall also be recorded.

6.2.7 *Source impedance-lead resistance*

On transmitters, the input to which is an electrical voltage, the change in output caused by varying the resistance in the input circuit from the minimum value specified by the manufacturer to the maximum value shall be measured. The resistance shall be distributed equally in each line.

6.2.8 *Radio interference*

Tests of the effect on the output of radio frequency interference shall be the subject of specific agreement between manufacturer and user.

6.2.9 *Magnetic-field interference*

The purpose of this test is to determine the effect of a mains frequency alternating field on the output of a transmitter. It is not applied to instruments using pneumatic signals only.

The instrument shall be exposed to a magnetic field of 400 A/m (r.m.s.) which is directed along the major axis of the instrument.

The effect of the field on the mean d.c. level and on the ripple content of the output shall be determined for output signals of 10% and 90% span. The test shall be repeated with the magnetic field directed along two additional axes mutually perpendicular to the first.

Note. — A magnetic field of approximately 400 A/m will be obtained at or near the centre of a circular coil of 1 m diameter, having 80 turns and carrying 5 A.

6.2.10 *Ambient temperatures* (see IEC Publications 68-2-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Tests A: Cold, 68-2-2: Tests B: Dry Heat, 68-2-14: Test N: Change of Temperature).

Les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure doivent être mesurées aux températures maximales et minimales spécifiées par le constructeur et, si elles sont incluses dans ce domaine, à chacune des valeurs de températures ambiantes suivantes:

+20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C.

La température doit être changée échelon par échelon, dans l'ordre donné, et sans aucun réglage du transmetteur. Un deuxième cycle de température identique au premier doit être effectué sans aucun réglage du transmetteur.

La tolérance sur chacune de ces températures est de ± 2 °C. Un délai doit permettre la stabilisation de la température en tout point du transmetteur. Pour les transmetteurs pneumatiques, la température de l'air d'alimentation doit être la même que celle du transmetteur.

6.2.11 *Humidité* (pour les transmetteurs électriques, voir Publications 68-2-3 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Ca: Essai continu de chaleur humide, 68-2-4; Essai D: Essai accéléré de chaleur humide).

Le transmetteur doit être maintenu dans les conditions ambiantes pendant 24 h. On doit alors effectuer une série d'essais à des intervalles de 20% de l'intervalle de mesure du signal de sortie. Le transmetteur doit alors être maintenu pendant une période d'au moins 48 h dans une enceinte à la pression atmosphérique à une température de $40 \pm 0, -2$ °C, et à une humidité relative de 91% à 95%. Le transmetteur doit être remis sous tension pendant les quatre dernières heures de la période ci-dessus et des mesures doivent être effectuées juste après cette période de 4 h à des intervalles de 20% de l'intervalle de mesure du signal de sortie.

Le transmetteur étant toujours en fonctionnement, la température doit être ramenée en dessous de 25 °C au moins pendant 1 h. L'enceinte doit rester fermée de telle façon que la saturation puisse se produire pendant cette période. La variation maximale de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure due à ces conditions doit être déterminée et notée.

Après cet essai, une inspection visuelle doit être effectuée pour s'assurer qu'il n'y a aucun signe d'amorçage, d'accumulation de condensat, de détérioration des composants, etc.

Immédiatement après une autre période de 24 h dans les conditions ambiantes, les erreurs du transmetteur doivent être déterminées pour des intervalles d'environ 20% de l'intervalle de mesure par valeurs croissantes puis décroissantes. Toute variation des erreurs par rapport aux mesures initiales dans les conditions ambiantes doit être notée.

6.2.12 *Position de montage*

Les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par une inclinaison de $\pm 10^\circ$ à partir de la position ou des positions spécifiées par le constructeur doivent être mesurées et notées. Quatre mesures doivent être effectuées avec des inclinaisons appliquées par rapport à deux plans rectangulaires.

Si une inclinaison de $\pm 10^\circ$ est excessive eu égard à la conception du transmetteur, l'inclinaison maximale spécifiée par le constructeur doit être utilisée.

6.2.13 *Choc*

Cet essai doit être effectué conformément à la procédure Ec de la Publication 68-2-31 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essais Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels. Avant les essais, une mesure de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure doit être notée.

The changes in the value of the lower range-value and span shall be measured at the maximum and minimum operating temperatures specified by the manufacturer, and, if they are included in this operating range, at each of the following ambient temperatures:

+20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C.

The temperature shall be changed step by step, in the order given, and without any adjustment of the transmitter. A second temperature cycle, identical to the first, shall be performed without readjustment of the transmitter.

The tolerance for each temperature is ± 2 °C. Sufficient time shall be allowed for stabilization of the temperature at all parts of the transmitter. For transmitters with a pneumatic output the air supply temperature shall be the same as the transmitter temperature.

6.2.11 *Humidity* (Electrical transmitters only, see IEC Publications 68-2-3: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests—Test Ca: Damp Heat, Steady State, 68-2-4: Test D: Accelerated Damp Heat).

The transmitter shall be maintained at ambient test conditions for 24 h. A set of reference measurements shall be taken at intervals of 20% of the output span. The transmitter shall then be maintained for a period of at least 48 h in a chamber at atmospheric pressure, at a temperature of $40 \pm 0, -2$ °C, and a relative humidity of 91% to 95%. The transmitter shall be switched on for the final 4 h of the above period and measurements shall be taken immediately following this period at intervals of 20% of the output span.

With the transmitter still in operation, the temperature shall be allowed to fall below 25 °C in not less than 1 h. The chamber shall remain closed so that saturation shall take place during this period. The maximum change in lower range-value and span due to this condition shall be determined and recorded.

After this test, a visual inspection shall be conducted to check for signs of flashover, accumulations of condensate, deterioration of components, etc.

Immediately after a further period of 24 h at ambient conditions, the transmitter error shall be determined at intervals of approximately 20% span for upscale and downscale signals. Changes in error from those measured initially under ambient conditions shall be recorded.

6.2.12 *Mounting position*

The change in lower range-value and span caused by $\pm 10^\circ$ inclinations from the position(s) specified by the manufacturer shall be measured and recorded. Four measurements shall be made with tilt applied in two planes at right angles to each other.

Where a $\pm 10^\circ$ inclination is excessive due to the design of the transmitter, the maximum inclination specified by the manufacturer shall be used.

6.2.13 *Shock*

This test shall be made according to the test procedure Ec of IEC Publication 68-2-31: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests—Test Ec: Drop and Topple, Primarily for Equipment-type Specimens. Before the test reference measurements of lower range-value and span shall be recorded.

Le but de ces essais est:

- de représenter les chocs et les secousses qui peuvent se produire vraisemblablement lors de travaux de réparation et durant une manipulation en exploitation normale;
- de vérifier le degré minimal de robustesse mécanique.

La procédure de « chute sur une des faces » doit être appliquée comme suit:

Le transmetteur étant dans sa position normale d'utilisation, placé sur une surface unie, dure et rigide, de béton ou d'acier, il sera soulevé suivant l'une des arêtes de sa base de façon que la distance de l'arête opposée par rapport à la surface de référence soit de 25 mm, 50 mm ou 100 mm (valeur choisie après accord entre le constructeur et l'utilisateur), ou que l'angle formé par la base de l'appareil et la surface de référence soit de 30°; choisir celle des deux conditions qui est la moins sévère. Ensuite, on laisse tomber l'appareil librement sur la surface de référence.

Le transmetteur doit être soumis à une chute autour de chacune des quatre arêtes de sa base.

Après cet essai, le transmetteur doit être examiné et toute variation de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure doit être notée. La possibilité de régler les transmetteurs dans les conditions initiales doit être vérifiée.

Note. — Dans les cas spéciaux, par accord mutuel, un autre des essais de choc de la Publication 68 de la CEI peut être utilisé.

6.2.14 Vibrations mécaniques

Sauf spécification contraire du constructeur, cet essai sera conduit suivant les règles suivantes. Son objet est de mesurer les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure produites par des vibrations mécaniques courantes en exploitation, deuxièmement d'assurer que le transmetteur est suffisamment robuste pour ces conditions.

Les essais de vibration sont effectués avec l'alimentation normale et la grandeur d'entrée est fixée à 50% de son étendue de mesure.

La procédure générale de cet essai doit être conforme à la procédure décrite dans la Publication 68-2-6 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).

Le transmetteur doit être monté suivant les instructions du constructeur pour une installation normale, sur une table vibrante, et soumis à des vibrations sinusoïdales suivant trois axes perpendiculaires, l'un d'entre eux étant vertical. La rigidité de la table vibrante, du plateau de montage ou de tout dispositif de montage utilisé doit être telle que les impulsions soient transférées à l'appareil avec un minimum de perte.

L'essai comporte trois phases distinctes:

Première phase: recherche initiale des résonances

Cette phase a pour but d'étudier la réponse du transmetteur aux vibrations, de déterminer les fréquences de résonance et de rassembler les informations qui seront nécessaires pour la recherche finale des résonances et, le cas échéant, pour l'épreuve d'endurance sur les fréquences de résonance.

Au cours du balayage de fréquence, il est nécessaire de noter les valeurs de fréquence donnant lieu:

- a) à des variations significatives du signal de sortie;
- b) à des résonances mécaniques.

The object of this test is:

- to represent knocks and jolts likely to occur during repair work or rough handling in use;
- to verify the minimum degree of mechanical ruggedness.

The procedure of “dropping on to a face” shall be applied as follows:

The transmitter standing in its normal position of use on a smooth, hard, rigid surface of concrete or steel, is tilted about one bottom edge so that the distance between the opposite edge and the test surface is 25 mm, 50 mm or 100 mm (value chosen by agreement between manufacturer and user), or so that the angle made by the bottom and the test surface is 30°, whichever condition is the less severe. It is then allowed to fall freely onto the test surface.

The transmitter shall be subjected to one drop about each of the four bottom edges.

After this test, the transmitter shall be examined for damage. Any change in lower range-value and span shall be recorded. It shall be verified that the transmitter can be readjusted to the initial performance.

Note. — In special cases, by agreement, one of the other shock tests in IEC Publication 68 may be used.

6.2.14 *Mechanical vibration*

This test shall be performed according to the following rules, except when otherwise stated by the manufacturer. The object is first to measure the changes in lower range-value and span induced by mechanical vibrations likely to be met in service, secondly to ensure that the transmitter is satisfactorily robust for these conditions.

The vibration tests are performed on the transmitter with normal supply and 50% input.

The general procedure of this test complies with the procedure described in IEC Publication 68-2-6: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests—Test Fc and Guidance: Vibration (Sinusoidal).

The transmitter shall be mounted, in accordance with the manufacturer's instructions for normal installation, on a vibration table and subjected to sinusoidal vibrations in three mutually perpendicular axes, one of which shall be the vertical direction. The rigidity of the vibration table, of the mounting plate, of any mounting brackets used for supporting the instrument, shall be such that the impulse is transferred to the instrument with the minimum of loss.

There are three distinct stages in this test:

First stage: initial resonance search

The object of this stage is to investigate the transmitter response to vibrations, to determine resonance frequencies and to collect information which is necessary for final resonance search and for endurance conditioning at resonance frequencies, if necessary.

During the frequency sweeping, frequencies shall be noted which cause:

- a) significant changes in the output signal, and
- b) mechanical resonances.

Les valeurs d'amplitude et de fréquence pour lesquelles ces effets se produisent doivent être notées de façon à les comparer aux valeurs trouvées au cours de la recherche finale des résonances prescrite ci-après.

Le balayage de fréquence doit être continu et logarithmique. La vitesse de balayage doit être d'environ 0,5 octave par minute. La gamme de fréquences à utiliser pour l'évaluation des transmetteurs pour la régulation des processus industriels doit être choisie dans le tableau ci-dessous suivant le type de condition d'exploitation et le genre de l'installation:

Conditions d'installation

Installation	Fréquence des vibrations (Hz)	Amplitude crête à crête (mm)	Accélération crête à crête (m/s ²)
Salle de contrôle (usage général)	10 à 60	0,07	
Extérieur (vibrations peu sévères)	60 à 150		9,8
Extérieur (usage général)	10 à 60	0,14	
Gazoduc et oléoduc (domaine des vibrations peu sévères)	60 à 500		19,6
Gazoduc et oléoduc (usage général)	10 à 60	0,21	
Sévérité extrême	60 à 2 000		29,4

Note. — C'est à partir de 60 Hz que l'on passe des essais à amplitude constante aux essais à accélération constante.

Deuxième phase: épreuve d'endurance

Le transmetteur doit être soumis aux vibrations pendant une demi-heure, successivement suivant trois plans perpendiculaires, l'un d'entre eux étant vertical. Dans chaque plan, l'essai doit être conduit à la fréquence qui a donné la plus importante résonance mécanique au cours de la première épreuve ou si aucune résonance n'a été détectée, à la fréquence maximale spécifiée pour ce type de conditions d'exploitation et d'installation.

Troisième phase: recherche finale des résonances

La recherche des résonances doit être effectuée suivant les mêmes modalités que la recherche initiale, avec les mêmes caractéristiques vibratoires. Les fréquences de résonances, et les fréquences provoquant un changement significatif du signal de sortie, découvertes dans la recherche initiale des résonances et dans la deuxième phase, doivent être comparées. Il est possible que les différences soient dues à des déformations non élastiques qui peuvent être à l'origine d'amorces de rupture dans les pièces mécaniques.

Mesures finales

A la fin de l'essai, le bon état mécanique du transmetteur doit être vérifié. Toute variation éventuelle de l'étalonnage doit être notée.

All the amplitudes and frequencies at which these effects occur shall be noted in order to be compared with those found during the final resonance search specified below.

Frequency sweeping shall be continuous and logarithmic. The sweep rate shall be approximately 0.5 octave per minute. The frequency ranges to be used for the evaluation of industrial-process control transmitters should be taken from the table below and selected according to the type of operating conditions and kind of installation:

Operating Conditions

Installation	Vibration frequency (Hz)	Peak amplitude (mm)	Peak acceleration (m/s ²)
Control room (general application)	10 to 60	0.07	
Field (low vibration level)	60 to 150		9.8
Field (general application)	10 to 60	0.14	
Pipeline (low vibration level)	60 to 500		19.6
Pipeline (general application)	10 to 60	0.21	
Extreme vibration levels	60 to 2 000		29.4

Note. — The crossover frequency between constant amplitude and constant acceleration is nominally 60 Hz.

Second stage: endurance conditioning

The transmitter shall be subjected to vibration for one-half hour each in three mutually perpendicular planes, one of which shall be the vertical direction. In each plane the test shall be run at that frequency which resulted in the largest mechanical resonance during the initial resonance search, or if no resonances were detected, at the maximum frequency specified for the type of operating conditions and installation.

Third stage: final resonance search

The final resonance search shall be made in the same way as the initial resonance search and with the same vibration characteristics. The resonance frequencies, and the frequencies which cause significant changes in the output signal, found in the initial resonance search and final resonance search shall be compared. Differences can be caused by non-elastic deformation which may in turn cause cracks in the mechanical construction.

Final measurements

The satisfactory mechanical condition of the transmitter shall be verified at the end of the test. Any change of calibration shall be recorded.

6.2.15 *Dépassement de l'étendue de mesure*

Cet essai doit être effectué en mesurant les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure qui peuvent résulter d'un dépassement de la limite minimale et maximale de l'étendue de mesure.

L'entrée doit être augmentée progressivement depuis la valeur minimale jusqu'à la valeur maximale de dépassement spécifiée par le constructeur.

Après que ce dépassement a été appliqué pendant 1 min, l'entrée doit être réduite à la valeur nominale la plus basse de l'étendue de mesure. Après avoir attendu 5 min, la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure doivent être déterminés.

Si le transmetteur doit être essayé pour le dépassement dans les deux sens, comme dans le cas d'un transmetteur de pression différentielle et des transmetteurs dont l'entrée peut être soit en dessous soit au-dessus de l'étendue de mesure, l'essai doit être conduit comme ci-dessus, le premier dépassement étant effectué pour des valeurs supérieures à l'étendue de mesure, puis le dépassement en dessous de l'étendue de mesure.

Les valeurs de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure, déterminées après chaque dépassement dans chaque sens, doivent être notées. Pour certains types de transmetteurs, la procédure ci-dessus doit être définie en accord avec le constructeur.

Note. — Si l'essai produit un échauffement notable, il convient que sa durée soit prolongée en conséquence.

6.2.16 *Pression statique (du processus)*

Ces essais doivent être exécutés, conformément aux spécifications du constructeur, sur les transmetteurs autres que les transmetteurs de pression mais qui, en exploitation normale, sont soumis à la pression du processus. Les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par les variations de la pression statique dans l'élément de mesure doivent être mesurées et notées. La pression doit varier en quatre échelons égaux depuis la pression atmosphérique jusqu'à la pression maximale. Pour quelques transmetteurs, cet essai doit être effectué aussi en dessous de la pression atmosphérique.

Note. — Il convient de prendre garde à l'effet des changements de pression causé dans des systèmes fermés par les variations de température ambiante, et à la difficulté de mesurer les variations d'échelle aux pressions statiques élevées.

6.2.17 *Température du fluide mesuré*

Si le fluide mesuré est en contact avec l'élément de mesure en utilisation normale et que la température de fluide puisse influencer les caractéristiques de fonctionnement du transmetteur, l'essai suivant doit être exécuté. Il doit être effectué en mesurant les variations, en régime permanent, de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure qui résultent d'une variation de la température du fluide mesuré en quatre échelons égaux. Les détails de l'essai doivent être agréés par le constructeur. Pendant que la température change, le transmetteur doit être alimenté et un signal d'entrée appliqué pour maintenir la sortie dans le domaine normal de fonctionnement. Les variations du signal de sortie doivent être mesurées pendant l'essai et notées.

6.2.18 *Débit du fluide à travers l'instrument*

Cet essai doit être effectué sur les transmetteurs (autres que les débitmètres) qui nécessitent, en fonctionnement normal, que le fluide mesuré circule à travers certaines parties d'entre eux.

6.2.15 *Over-range*

This test shall be carried out by measuring the changes in lower range-value and span which result from over-ranging at the minimum and maximum span.

The input shall be increased gradually from the lower range-value to the maximum over-range specified by the manufacturer.

After the over-range has been applied for 1 min, the input shall be reduced to the nominal lower range-value. After a further 5 min have elapsed, the lower range-value and the span shall be determined.

If the transmitter is to be tested for over-range effect in both directions, as with differential pressure transmitters and transmitters whose input may be both below the lower range-value and above the upper range-value, it shall be tested as described above, first over-ranging above the upper range-value, and then over-ranging below the lower range-value. The values of lower range-value and span determined after over-ranging in each direction shall be recorded.

For certain types of transmitters the testing procedure shall be defined in agreement with the manufacturer.

Note. — If over-ranging produces significant thermal effects, the duration of application should be increased accordingly.

6.2.16 *Static (process) pressure*

This test shall be carried out, as specified by the manufacturer, on transmitters other than pressure transmitters which in normal operation are subjected to process pressure. The changes in lower range-value and span caused by changing static pressure in the measuring element shall be measured and recorded. The pressure shall be changed in four equal steps from atmospheric to the full working pressure of the instrument. For some transmitters, this test is also carried out below atmospheric pressure.

Note. — Due attention should be given to the effect of changes in pressure in a closed system caused by changes in ambient temperature, and the difficulty of measuring the change of span at high static pressure.

6.2.17 *Temperature of process fluid*

If the process fluid is in contact with the measuring element in normal use and the temperature of the process fluid may influence the transmitter performance, then this test shall be carried out. It shall be performed by measuring the steady-state changes in lower range-value and span which result from changes in fluid temperature in four equal steps. The details of the test shall be agreed with the manufacturer. While the temperature is changing, the transmitter shall be energized, and an input signal shall be applied to maintain the output within the normal operating range. Changes in the output measured during the test shall be recorded.

6.2.18 *Flow of process fluid through the instrument*

This test shall be carried out on transmitters (other than flow-meters) which require for normal operation, that process fluid flows through some part of them.

Il doit être conduit en mesurant les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par le changement du débit à travers le transmetteur depuis la valeur minimale jusqu'à la valeur maximale spécifiées par le constructeur. Le fluide utilisé pour l'essai doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.2.19 *Débit du gaz de pressurisation à travers le transmetteur*

Si le transmetteur est pressurisé par un gaz tel que l'air ou l'azote de façon à créer une légère surpression à l'intérieur du boîtier pour assurer un débit de l'intérieur vers l'extérieur du transmetteur, les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par une variation du débit de pressurisation doivent être mesurées, le débit étant réglé à 0%, 50% et 100% du maximum spécifié par le constructeur.

Chaque mesure doit être effectuée 30 min après que le débit de pressurisation a été stabilisé.

6.3 *Stabilité*

6.3.1 *Dérive au démarrage*

Ces essais doivent être effectués en mesurant les variations qui apparaissent sur la sortie, dans la période qui suit immédiatement l'application de l'alimentation pneumatique ou électrique d'un transmetteur. Avant cet essai, le transmetteur doit être soumis aux conditions ambiantes d'environnement ou à celles qui sont définies par le constructeur, pendant une période de 24 h mais sans alimentation.

Puis, l'alimentation est appliquée, ainsi qu'un signal d'entrée de 10%, et la sortie notée au bout de 5 min, 1 h et 4 h. L'alimentation doit être ensuite coupée et, après au moins 24 h dans les conditions d'environnement ambiantes, l'essai doit être répété avec un signal d'entrée de 90%. Les mesures obtenues doivent être notées pour montrer la dérive à court terme des caractéristiques du transmetteur.

6.3.2 *Dérive à long terme*

Le transmetteur doit fonctionner normalement pendant 30 jours avec un signal d'entrée correspondant à 90% de l'intervalle de mesure. L'entrée et la sortie doivent être mesurées chaque jour et la dérive ramenée à la sortie doit être déterminée, corrigée par le calcul de toute variation de l'entrée. Il convient de tenir compte de toute variation des conditions d'environnement ambiantes autres que le temps, pour ne pas fausser l'effet de la dérive à long terme. La valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure doivent être mesurés et enregistrés immédiatement avant et après la période d'essai de 30 jours.

6.3.3 *Essai de vieillissement accéléré*

Les transmetteurs qui comportent des pièces mécaniques ou électromécaniques doivent être connectés comme pour un fonctionnement normal. Un signal d'entrée alternatif d'amplitude 50% crête à crête centré sur le milieu de l'échelle doit être appliqué. La fréquence doit être telle que le gain ne soit pas inférieur à 0,8. Sauf accord contraire du constructeur, le transmetteur doit être soumis à 100 000 cycles de mesure. La valeur minimale et l'hystérésis au milieu de l'échelle doivent être mesurées avant et après l'essai, et toute variation doit être notée.

It shall be carried out by measurement of the change in lower range-value and span caused by alteration of the flow rate through the transmitter from the minimum to the maximum specified by the manufacturer. The test fluid shall be subject to agreement between the user and the manufacturer.

6.2.19 *Flow of purge gas through the transmitter*

If purge gas, such as air or nitrogen, is applied to the case of a transmitter in a manner that creates a slight positive pressure within the case to ensure a gas flow from inside to outside of the transmitter, changes in lower range-value and span caused by an alteration of the flow rate of purge gas shall be measured with the flow adjusted to 0%, 50% and 100% of the maximum specified by the manufacturer.

Each measurement shall be taken 30 min after the purge gas flow has been set.

6.3 *Stability*

6.3.1 *Start-up drift*

This test shall be carried out by measurement of the changes which occur in the output in the period immediately following application of the pneumatic or electrical power supply to the transmitter. Prior to the test, the transmitter shall be subjected to ambient environmental conditions or as advised by the manufacturer for a period of 24 h, but shall not have been energized.

With a 10% input signal applied to the transmitter, it shall be switched on and the output noted after 5 min, 1 h, and 4 h. The transmitter shall then be switched off, and after at least 24 h under ambient environmental conditions, the test shall be repeated with a 90% input signal. The measurements obtained shall be recorded to show the short-term drift characteristics of the transmitter.

6.3.2 *Long-term drift*

The transmitter shall be operated for 30 days with a steady input signal corresponding to 90% of span. The input and output shall be measured each day and the output drift determined, corrected by calculation for any small variation of input. Care should be taken that changes due to ambient environmental conditions, other than time, do not mask the effects of long-term drift. The lower range-value and span shall be measured and recorded immediately before and after the 30-day test period.

6.3.3 *Accelerated operational life test*

Transmitters incorporating mechanical or electro-mechanical parts shall be connected as for normal operation. An initial alternating input with peak-to-peak amplitude equal to half the span and centred at the mean of the upper and lower range-values shall be applied. The frequency shall be such that gain is not reduced below 0.8. Unless otherwise agreed with the manufacturer, the transmitter shall be subjected to 100 000 measurement cycles. Lower range-value, span, and hysteresis at mid-span shall be measured before and after the test and any changes shall be recorded.

6.4 *Autres essais*

6.4.1 *Ondulation du signal de sortie*

La valeur crête à crête de la composante fondamentale de l'ondulation de la sortie doit être mesurée et notée à une valeur de 10%, 50% et 90% du signal d'entrée pour la charge minimale et maximale.

6.4.2 *Résistance d'isolement*

Cet essai doit être effectué en accord avec le constructeur et conformément aux prescriptions locales.

6.4.3 *Mesure de la rigidité diélectrique*

Cet essai doit être réalisé en accord avec le constructeur et conformément aux prescriptions locales.

6.4.4 *Consommation d'énergie*

6.4.4.1 *Consommation d'énergie électrique*

L'entrée de l'appareil étant réglée de façon que la consommation soit à sa valeur maximale, les watts ainsi que les voltampères consommés doivent être mesurés et notés. La mesure doit être effectuée à la tension et à la fréquence nominales puis à la tension maximale et à la fréquence minimale d'alimentation spécifiées par le constructeur.

6.4.4.2 *Consommation d'énergie pneumatique*

La consommation maximale du transmetteur doit être mesurée et notée.

6.5 *Effet de l'ouverture du circuit et d'un court-circuit sur l'entrée*

Chaque connexion électrique d'entrée doit être débranchée tour à tour pendant 5 min et l'effet sur le signal de sortie en régime permanent doit être noté. Le temps pris pour revenir au régime permanent doit aussi être noté. Un essai similaire doit être effectué après court-circuitage des connexions d'entrée.

6.6 *Effet de l'ouverture du circuit de sortie et du court-circuitage*

Chaque connexion de sortie doit être coupée l'une après l'autre pendant 5 min et la tension de sortie en régime permanent doit être notée. Le temps nécessaire pour atteindre ce régime permanent doit aussi être noté. Un essai similaire doit être effectué par court-circuitage des connexions de sortie. Après l'essai de court-circuit, l'étalonnage du transmetteur doit être vérifié afin de déterminer toute variation ou tout dommage éventuel.

7. *Comportement dynamique*

7.1 *Généralités*

Les essais doivent être effectués avec l'intervalle de mesure approximativement à sa valeur moyenne et la valeur minimale de l'étendue de mesure réglée approximativement au milieu de sa gamme de réglage.

6.4 *Other tests*

6.4.1 *Ripple content of electrical output*

The peak-to-peak values and the principal frequency component of any ripple content of the output shall be measured and recorded with 10%, 50% and 90% input signals at minimum and maximum load.

6.4.2 *Insulation resistance*

This test shall be carried out by agreement with the manufacturer in accordance with local requirements.

6.4.3 *Dielectric strength measurement*

This test shall be carried out by agreement with the manufacturer in accordance with local requirements.

6.4.4 *Power consumption*

6.4.4.1 *Electrical power consumption*

With the input adjusted so that power consumption is at its maximum value, the watts and volt-amperes consumed shall be measured and recorded. The measurement shall be made at the nominal voltage and frequency, and at the maximum voltage and minimum frequency specified by the manufacturer for the supply.

6.4.4.2 *Pneumatic power consumption*

The maximum air consumption of the transmitter shall be measured and recorded.

6.5 *Effect of open-circuited and short-circuited input*

Each electrical input connection shall be interrupted in turn for 5 min and the ultimate steady-state outputs recorded. The times taken to reach these values shall also be recorded. A similar test shall be performed with the electrical input connections shorted together.

6.6 *Effect of open-circuited and short-circuited output*

Each electrical output connection shall be interrupted in turn for 5 min and the steady-state voltage across the output terminals shall be recorded. The times taken to reach these values shall also be recorded. A similar test shall be performed with the electrical output connections shorted together. After the short-circuit test, the calibration of the transmitter shall be checked to determine whether any permanent change in calibration or damage has occurred.

7. *Dynamic behaviour*

7.1 *General*

Testing shall be carried out with the span adjusted to the approximate mean of the maximum and minimum span and with the lower range-value set approximately at the mid-point of its permissible range of adjustment.

S'il y a d'autres réglages qui pourraient modifier le comportement dynamique du transmetteur, les essais doivent être effectués avec ces réglages au minimum puis au maximum.

L'impédance de charge spécifiée par le constructeur doit être utilisée. En l'absence de spécification, un condensateur de $0,1 \mu\text{F}$ doit être mis en parallèle avec la résistance de charge des transmetteurs à sortie électrique. Pour les transmetteurs pneumatiques, l'essai doit être effectué avec une charge constituée par 8 m de tube rigide de 4 mm de diamètre intérieur, suivi d'une capacité de 20 cm^3 .

7.2 Réponse indicielle

Une série d'échelons doit être appliquée à l'entrée du transmetteur comme spécifié ci-dessous. Le temps de montée de chaque échelon doit être petit en comparaison du temps de réponse du transmetteur, et il convient de noter simultanément:

- 1) l'échelon correspondant à 80% de l'intervalle de mesure du signal de sortie, d'abord de 10% à 90%, puis de 90% à 10%;
- 2) les échelons correspondant à 10% de l'intervalle de mesure du signal de sortie doivent être appliqués comme suit:
5% à 15%; 45% à 55% et 85% à 95%.

Le temps nécessaire pour atteindre la valeur de régime permanent à 1% près doit être mesuré dans chaque cas.

Toute zone morte et tout dépassement éventuels doivent être signalés.

Note. — Si la réponse est exponentielle, les temps de réponse à 63% et 95% de l'échelon d'entrée peuvent également s'avérer utiles.

7.3 Réponse en fréquence

Choisir une amplitude crête à crête du signal sinusoïdal appliqué de façon à permettre des mesures valables tout en gardant un signal suffisamment faible (ne dépassant pas 20% de l'intervalle de mesure). La fréquence doit être augmentée par échelons à partir d'une valeur initiale suffisamment basse pour approcher les conditions de la fréquence zéro (jamais supérieure à 0,005 Hz) jusqu'à une fréquence plus élevée à laquelle l'atténuation est à peu près de 50%.

Pour chacune des fréquences, au moins un cycle complet doit être noté.

Les résultats de ces essais doivent être représentés graphiquement de la façon suivante:

- 1) le gain par rapport au gain à la fréquence zéro doit être tracé en fonction de la fréquence sur une échelle logarithmique;
- 2) le déphasage entre l'entrée et la sortie doit être tracé en fonction de la fréquence sur une échelle logarithmique.

A partir de ces graphiques, les paramètres suivants doivent être déterminés:

- a) la fréquence à laquelle le gain est de 0,7;
- b) la fréquence à laquelle le déphasage est de 45° ;
- c) le gain maximal ainsi que la fréquence correspondante et le déphasage (voir la figure 5, page 56).

If there are other adjustments which modify the dynamic behaviour of the transmitter, tests shall be carried out with the adjustments set to have their minimum and maximum effects.

The load impedance value specified by the manufacturer shall be used. If no value is specified, a $0.1\ \mu\text{F}$ capacitor in parallel with the reference load resistance shall be used for transmitters with electrical output. For pneumatic transmitters, a test load consisting of an 8 m length of 4 mm internal diameter rigid pipe followed by a $20\ \text{cm}^3$ capacity shall be used.

7.2 Step response

A series of step changes shall be applied to the input of the transmitters as specified below. The rise time of the step input shall be small compared with the transmitter response time, both being recorded for the following:

- 1) step corresponding to 80% of output span from 10% to 90%, then from 90% to 10%;
- 2) steps corresponding to 10% of output span up and down as follows:

5% to 15%; 45% to 55% and 85% to 95%.

The time for the output to reach and remain within 1% of the span of its steady value shall be measured for each test condition.

The amount of dead time and overshoot, if any, shall be stated.

Note. — If response is exponential, the times which correspond to 63% and 95% of the input step may also be useful.

7.3 Frequency response

The peak-to-peak amplitude of the sinusoidal signal applied to the input shall be sufficient to allow a valid measurement while keeping a relatively low value (not exceeding 20% of span). The frequency of the input signal shall be increased in increments from an initial value sufficiently low to approximate zero frequency conditions (not above 0.005 Hz) to a higher frequency at which the output is attenuated to approximately one-half of its initial amplitude.

At least one complete cycle of the input and output shall be recorded at each frequency step.

The results of these tests shall be presented graphically in the following form:

- 1) the gain relative to zero frequency gain shall be plotted against frequency on a logarithmic scale;
- 2) the phase lag between the output and input shall be plotted against frequency on a logarithmic scale.

From the graphs, the following shall be determined:

- a) the frequency at which the relative gain is 0.7;
- b) the frequency at which the phase lag is 45° ;
- c) the maximum relative gain and the corresponding frequency and phase angle (see Figure 5, page 57).

7.4 Résumé des essais

Les essais suivants sont applicables aux transmetteurs utilisés dans l'industrie. En règle générale, il convient que chaque essai à réaliser soit effectué sur un transmetteur donné, si un rapport d'évaluation complet est projeté.

Dénomination	Informations à consigner		Se référer aux articles et paragraphes
	Unités	Remarques	
<i>Applicable à tous les transmetteurs</i>			
Erreur mesurée	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	De trois à cinq parcours de toute l'étendue de mesure en montant et en descendant, relever un minimum de cinq points Calcul des erreurs et report de chaque erreur	6.1.2
Conformité	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie		6.1.3
Hystérésis	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie		6.1.4
Répétabilité	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie		6.1.5
Zone morte	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	On effectue sur l'entrée une variation en vue d'obtenir une variation détectable en sortie pour 0, 50% et 100% de la sortie	6.1.6
Températures ambiantes	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Deux cycles à +20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C	6.2.10
Humidité	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Saturation	6.2.11
Position de montage	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Inclinaison de $\pm 10^\circ$ dans deux plans	6.2.12
Chocs	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie après la procédure	« Chutes et culbutes » procédure conforme à la Publication 68-2-31 de la CEI	6.2.13
Vibrations	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Recherche de la résonance initiale, épreuve d'endurance de 1,5 h et recherche de la résonance définitive	6.2.14
Dépassement de l'étendue de mesure	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Après un dépassement de l'étendue de mesure de 1 min, attendre 5 min puis effectuer les mesures après retour à la valeur minimale de l'étendue de mesure. Essai effectué dans les deux sens dans le cas de transmetteur à pression différentielle	6.2.15
<i>Dérive</i>			
Dérive au démarrage	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Relevé des valeurs 5 min, 1 h et 4 h après que le transmetteur a été alimenté	6.3.1

Suite du tableau, page 48

7.4 Summary of tests

The following tests are suitable for industrial process transmitters. In general each applicable test should be conducted on a given transmitter if a full evaluation report is planned.

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
<i>All transmitters</i>			
Measured error	% of output span	Three to five upscale and down-scale full range traverses, measuring at least five points Compute errors and plot error curves	6.1.2
Conformity	% of output span		6.1.3
Hysteresis	% of output span		6.1.4
Repeatability	% of output span		6.1.5
Dead band	% of output span	Vary input to obtain detectable output change at 0, 50%, 100% output	6.1.6
Ambient temperatures	% of output span	Two cycles at +20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C	6.2.10
Humidity	% of output span	Saturation induced	6.2.11
Mounting position	% of output span	± 10° inclination in two planes	6.2.12
Shock	% of output span after procedure	"Drop and topple" procedure in accordance with IEC Publication 68-2-31	6.2.13
Vibration	% of output span	Initial resonance search, 1.5 h endurance conditioning and final resonance search	6.2.14
Over-range	% of output span	Over-range for 1 min. Measure 5 min after return to lower range-value. Carried out in both directions if a differential pressure transmitter	6.2.15
<i>Drift</i>			
Start-up	% of output span	At 5 min, 1 h, and 4 h after power is switched on	6.3.1

Table continued on page 49

Dénomination	Informations à consigner		Se référer aux articles et paragraphes
	Unités	Remarques	
Dérive à long terme	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	30 jours à 90% de l'intervalle de mesure	6.3.2
Dérive accélérée	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	100 000 cycles d'une amplitude égale à la moitié de l'étendue de mesure Mesurer la valeur minimale de l'étendue de mesure, de l'intervalle de mesure et de l'hystérésis	6.3.3
<i>Transmetteurs électriques</i>			
Alimentation Variations dans l'alimentation principale	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Neuf ensembles de mesure pour les variations de fréquence et de tension en courant alternatif et trois ensembles pour le courant continu	6.2.1.1
Interruption de courte durée	% des valeurs de crête positives et négatives; temps de stabilisation	Neuf interruptions au point de passage par zéro pour 1, 5, 10 et 25 cycles	6.2.1.2
Baisse de la tension d'alimentation	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie; durée des phénomènes transitoires en sortie	Réduction à 75% de la tension d'alimentation pendant 5 s	6.2.1.3
Surtensions transitoires	Relevé de tout phénomène transitoire en sortie	Deux impulsions à 100%, 200% et 500% de la tension d'alimentation valeur efficace	6.2.1.4
Perturbations électriques Perturbations de mode commun	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Applicables aux transmetteurs dont les bornes sont isolées par rapport à la terre. Une tension alternative de 250 V valeur efficace sera superposée à la fréquence principale, puis une tension continue positive et négative de 50 V	6.2.4.1
Perturbations de mode série	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Une tension de 1 V ou inférieure à 1 V à la fréquence fondamentale et pour 10% et 90% de l'intervalle de mesure de sortie	6.2.4.2
Mise à la terre	Relevé des phénomènes transitoires	Seulement dans le cas de transmetteurs dont les bornes sont isolées	6.2.5
Charge de sortie	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Faire varier la résistance de charge de sa valeur minimale à sa valeur maximale conformément aux spécifications du constructeur	6.2.6.1
Impédance de source	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Faire varier la résistance du circuit d'entrée depuis la valeur minimale jusqu'à la valeur maximale spécifiée par le constructeur	6.2.7
Perturbation radio		Conformément aux spécifications du constructeur	6.2.8

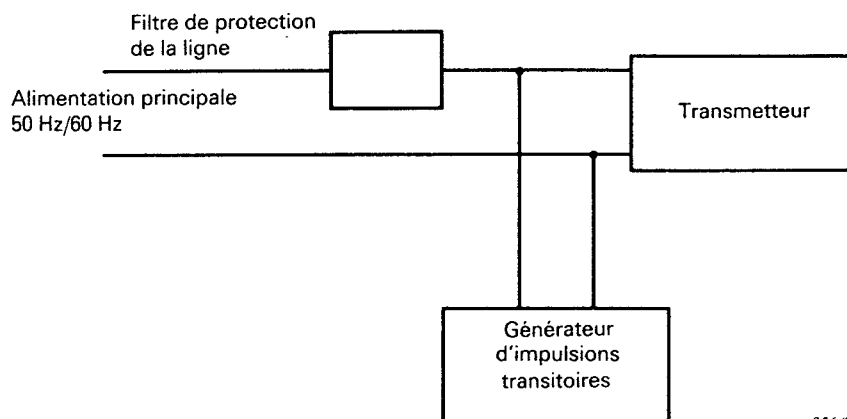
Suite du tableau, page 50

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
Long-term	% of output span	30 days at 90% of span	6.3.2
Accelerated life	% of output span	100 000 cycles of amplitude equal to half the span Measure lower range-value, span, and hysteresis	6.3.3
<i>Electric transmitters</i>			
Power supply Mains variations	% of output span	Nine sets of measurements for variations in a.c. voltage and frequency; three sets for d.c.	6.2.1.1
Short interruption	Peak positive and negative % of output span; time to stabilize	Nine repeated interruptions at crossover point of 1, 5, 10, 25 cycles	6.2.1.2
Depression	% of output span; duration of output transient	At 75% of nominal supply voltage for 5 s	6.2.1.3
Transient overvoltages	Record any output transients	Two pulses of 100%, 200% and 500% of mains r.m.s. voltage	6.2.1.4
Electrical interference Common mode	% of output span	For transmitters with terminals isolated from earth. 250 V r.m.s., a.c. superimposed on isolated terminals at mains frequency then positive and negative 50 V superimposed on isolated terminals	6.2.4.1
Series mode	% of output span	1 V or less, at mains frequency and 10% and 90% of output span	6.2.4.2
Earthing	Record transients	Only for transmitters with isolated terminals	6.2.5
Output load	% of output span	Vary load resistance from minimum to maximum as specified by manufacturers	6.2.6.1
Source impedance	% of output span	Vary input circuit resistance from minimum to maximum values specified by manufacturer	6.2.7
Radio interference		As specified by manufacturer	6.2.8

Table continued on page 51

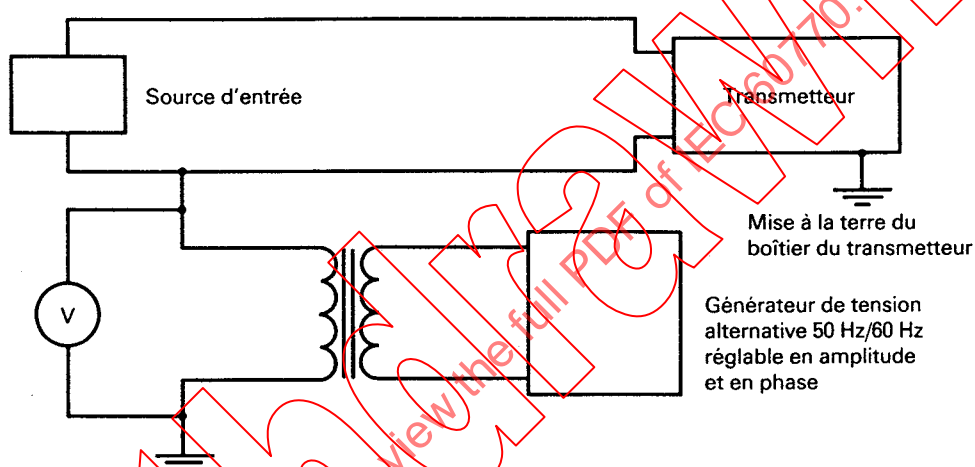
Dénomination	Informations à consigner		Se référer aux articles et paragraphes
	Unités	Remarques	
Perturbation due au champ magnétique	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	400 A/m à 10% et 90% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	6.2.9
Ondulation		Valeurs crête à crête et principales composantes de la fréquence	6.4.1
Consommation d'énergie	Watts et voltampères maximum	A la tension maximale et pour la fréquence minimale spécifiées par le constructeur	6.4.4.1
Circuits d'entrée, ouverts et court-circuités	Temps de stabilisation	Coupure de chaque connexion de l'entrée puis mise en court-circuit de toutes les connexions	6.5
Circuits de sortie, ouverts puis court-circuités	Temps de stabilisation	Coupure de chaque connexion de sortie puis mise en court-circuit de toutes les connexions	6.6
<i>Transmetteurs pneumatiques</i> Variations de l'alimentation	% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	Faire varier la pression d'alimentation nominale de référence de 10% pour une sortie à 100% de l'intervalle de mesure	6.2.2
Charge de sortie	Voir figure 4, page 56	Effectuer des prélèvements d'air à l'entrée et à l'intérieur du transmetteur pour une sortie réglée à 10%, 50% et 100% de l'intervalle de mesure	6.2.6.2
Consommation d'énergie	m ³ /h	Relever la consommation d'air pour une entrée réglée au minimum et au maximum	6.4.4.2
<i>Comportement dynamique</i> Réponse indicielle	Relevé du temps de réponse pour 1% de l'intervalle de mesure du signal de sortie de la valeur finale	Les échelons d'entrée doivent correspondre à 80% et à 10% de l'intervalle de mesure du signal de sortie	7.2
Réponse en fréquence	Voir figure 5, page 56	Appliquer une amplitude crête à crête de 20% de l'intervalle de mesure aux fréquences nécessaires pour faire varier le gain de 1 à 0,7	7.3

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
Magnetic-field interference	% of output span	400 A/m at 10% and 90% of output span	6.2.9
Ripple		Peak-to-peak values and principle frequency components	6.4.1
Power consumption	Maximum watts and volt-amperes	At maximum supply voltage and minimum frequency specified by manufacturer	6.4.4.1
Open and short circuits — input	Time to stabilize	Interrupt each input connection and then short together	6.5
Open and short circuits — output	Time to stabilize	Interrupt each output connection and then short together	6.6
<i>Pneumatic transmitters</i>			
Supply variations	% of output span	Nominal reference supply pressure varied 10% with output at 100% of span	6.2.2
Output load	See Figure 4, page 57	Air bled from/into transmitter with input set at 10%, 50%, and 100% of span	6.2.6.2
Power consumption	m ³ /h	Recorded for minimum and maximum input and maximum air consumption	6.4.4.2
<i>Dynamic behaviour</i>			
Step response	Record time for response to within 1% of output span of final value	Input steps corresponding to 80% and 10% of output span	7.2
Frequency response	See Figure 5, page 57	Apply peak-to-peak amplitude of 20% of input span at frequencies necessary to vary dynamic gain from 1 to 0.7	7.3



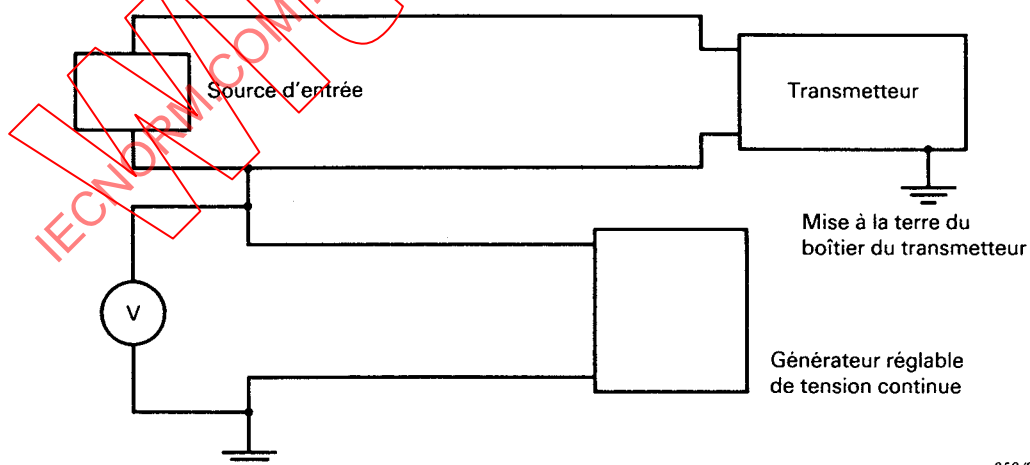
056/84

FIG. 1. — Schéma des surtensions transitoires de l'alimentation.



057/84

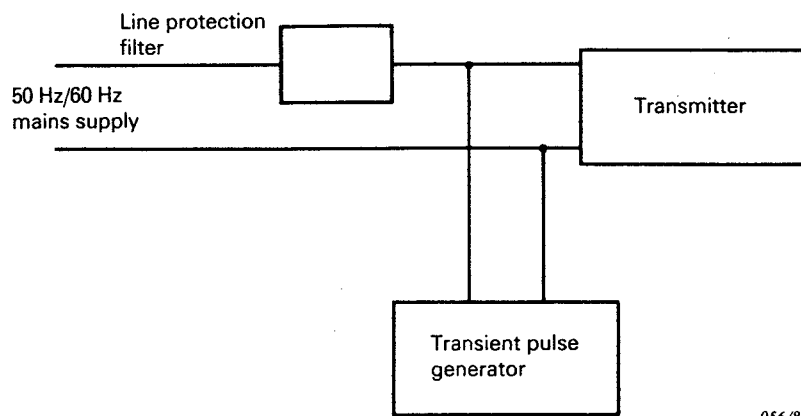
FIG. 2a. — Générateur de courant alternatif de mode commun.



058/84

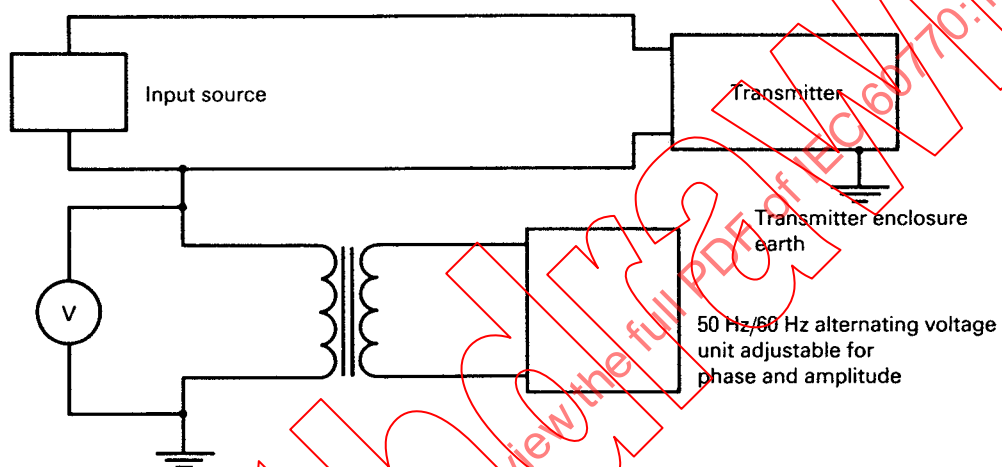
FIG. 2b. — Générateur de courant continu de mode commun.

FIG. 2. — Perturbations de mode commun.



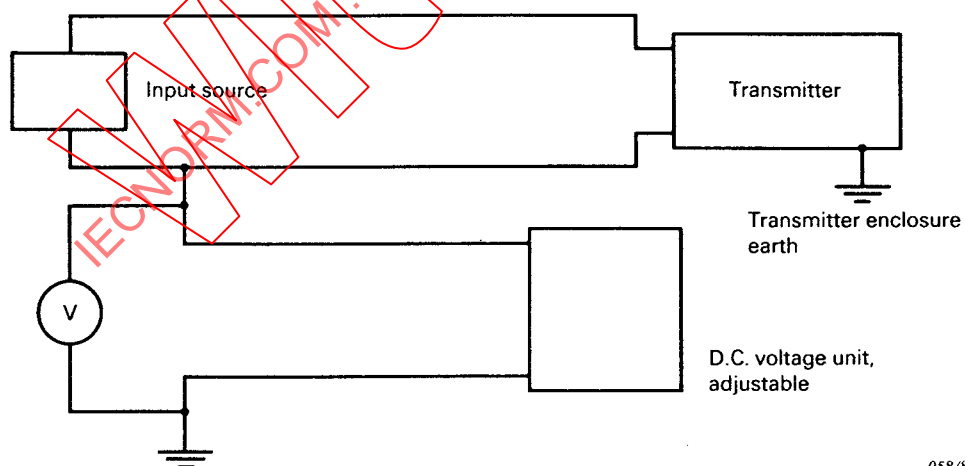
056/84

FIG. 1. — Schematic diagram of power supply transient overvoltages.



057/84

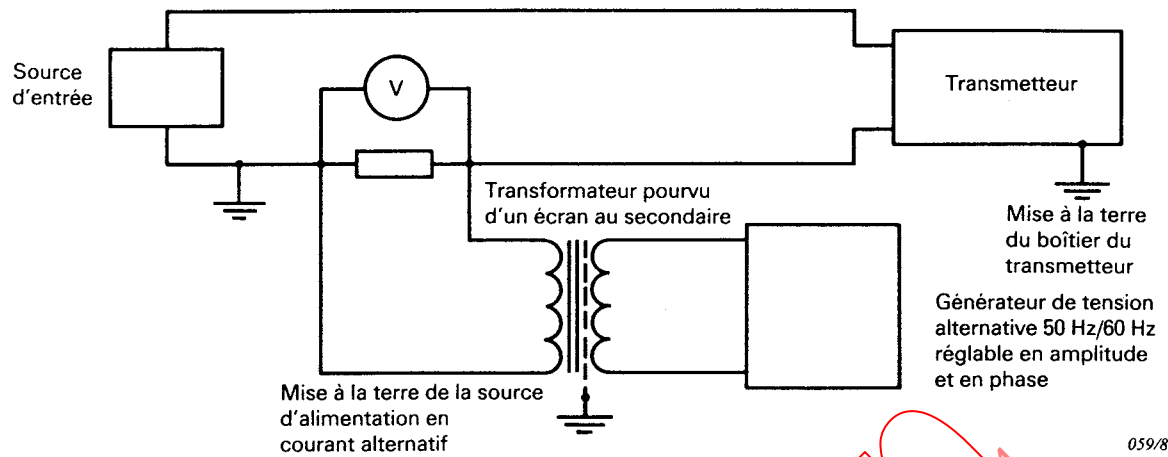
FIG. 2a. — Common mode a.c. generator.



058/84

FIG. 2b. — Common mode d.c. generator.

FIG. 2. — Common mode interference.



059/84

FIG. 3. — Perturbations de mode série.

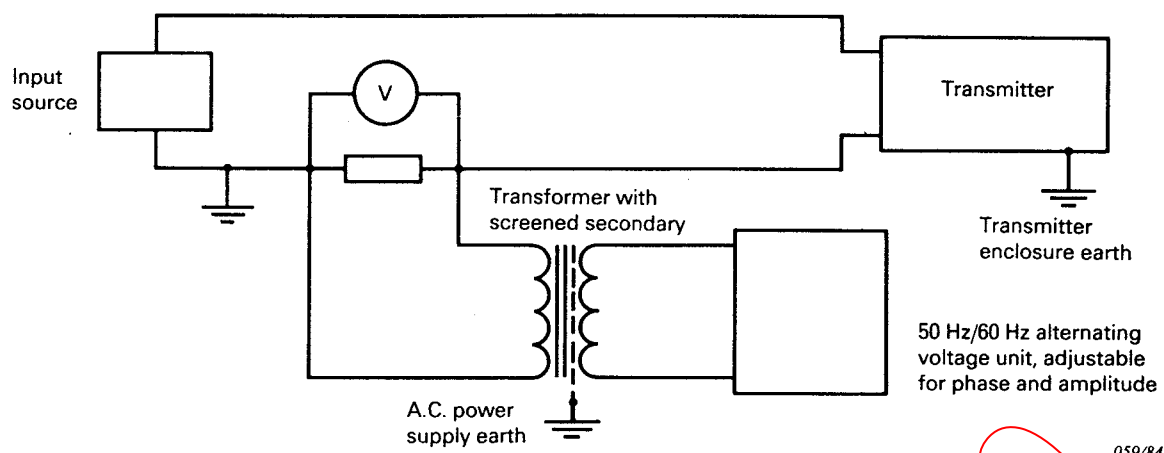


FIG. 3. — Series mode interference.

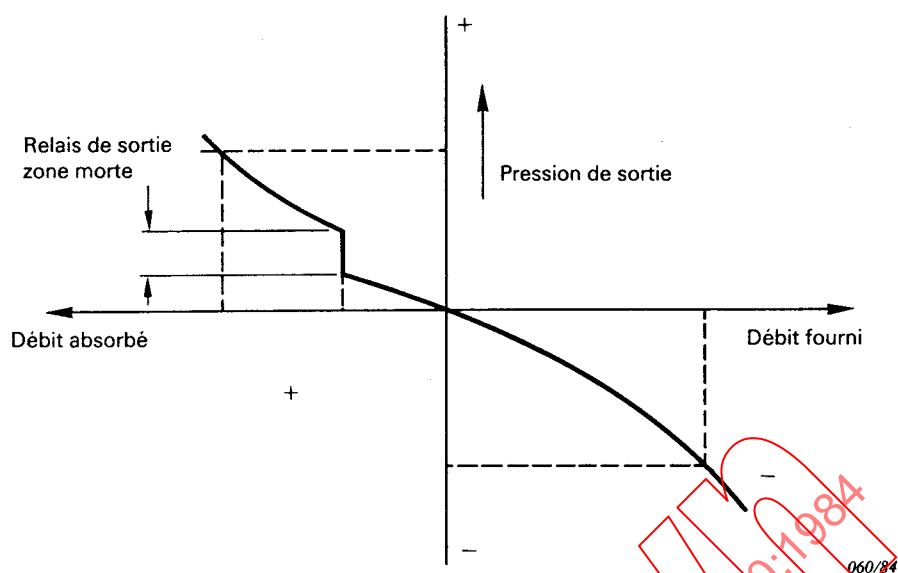


FIG. 4. — Caractéristiques du débit d'un transmetteur pneumatique.

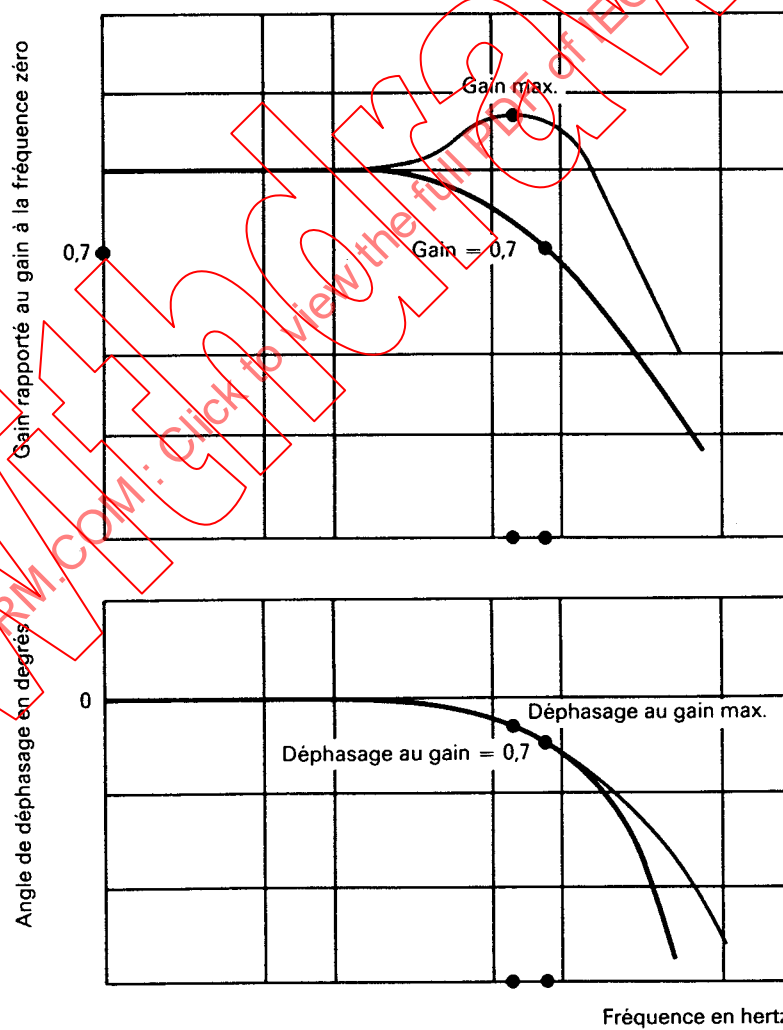


FIG. 5. — Résultats des essais de réponse en fréquence.

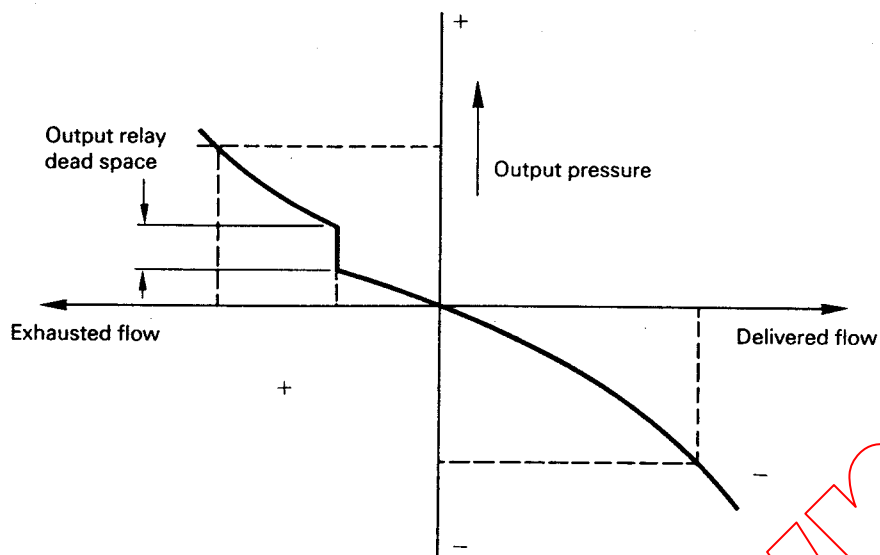


FIG. 4. — Flow characteristics of a pneumatic transmitter.

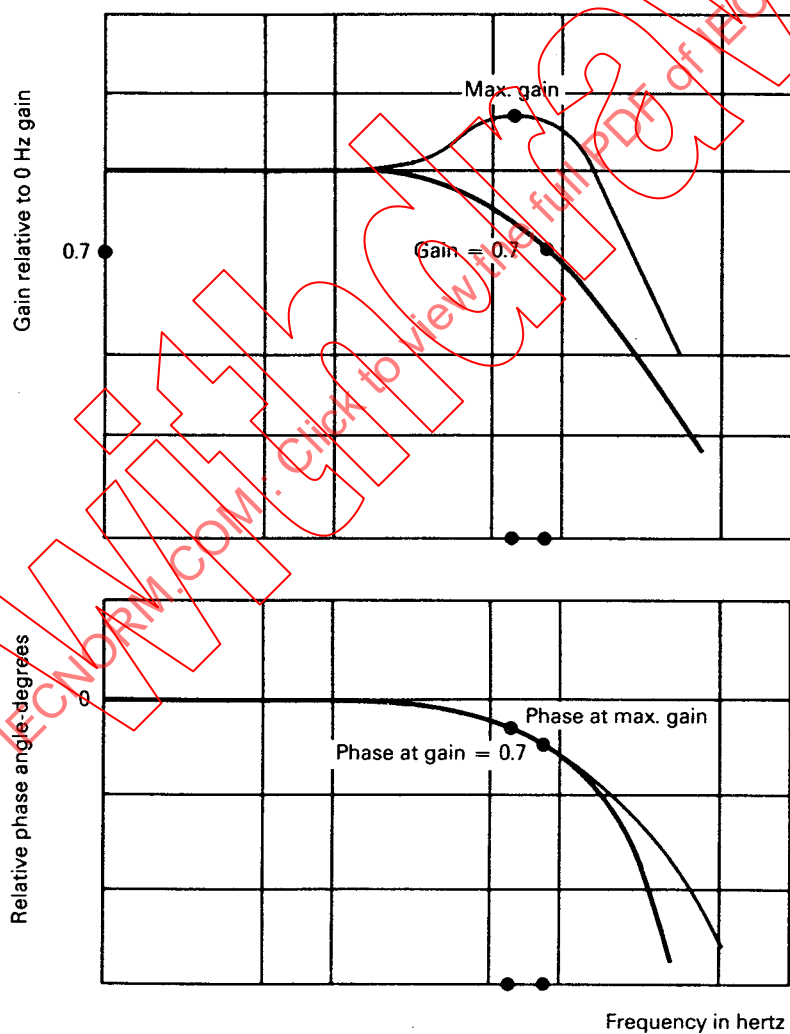


FIG. 5. — Frequency response test results.