

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60873

Première édition
First edition
1986-09

**Méthodes d'évaluation des performances
des enregistreurs analogiques électriques et
pneumatiques sur papier diagramme, utilisés
dans les systèmes de conduite des processus
industriels**

**Methods of evaluating the performance of
electrical and pneumatic analogue chart recorders
for use in industrial-process control systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60873: 1986

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60873

Première édition
First edition
1986-09

**Méthodes d'évaluation des performances
des enregistreurs analogiques électriques et
pneumatiques sur papier diagramme, utilisés
dans les systèmes de conduite des processus
industriels**

**Methods of evaluating the performance of
electrical and pneumatic analogue chart recorders
for use in industrial-process control systems**

© IEC 1986 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



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

PRÉAMBULE	Pages 4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Procédures générales d'essais	12
5. Conditions d'essais d'environnement	14
6. Conditions d'alimentation pendant les essais	18
7. Autres conditions	18
8. Comportement statique	18
9. Effets des grandeurs d'influence	24
10. Stabilité	38
11. Qualité de l'enregistrement	40
12. Divers	42
13. Influence d'un circuit d'entrée ouvert et d'une entrée en court-circuit	44
14. Comportement dynamique	44
15. Résumé des essais	46
FIGURES	54
ANNEXE A — Autres considérations	58
ANNEXE B — Calcul d'échantillonnage	62

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
4. General testing procedures	13
5. Environmental test conditions	15
6. Supply conditions during tests	19
7. Other conditions	19
8. Static behaviour	19
9. Effect of influence quantities	25
10. Stability	39
11. Recording quality	41
12. Miscellaneous	43
13. Effect of open-circuited and short-circuited input	45
14. Dynamic behaviour	45
15. Summary of tests	47
FIGURES	55
APPENDIX A — Other considerations	59
APPENDIX B — Sample calculations	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES DES ENREGISTREURS ANALOGIQUES ÉLECTRIQUES ET PNEUMATIQUES SUR PAPIER DIAGRAMME, 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
65B(BC)40	65B(BC)46

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50(351) (1975): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 351: Commande et régulation automatiques.
- 68 — : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 68-2-1 (1974): Deuxième partie: Essais — Essais A: Froid.
- 68-2-2 (1974): Essais B: Chaleur sèche.
- 68-2-3 (1969): Essais Ca: Essai continu de chaleur humide.
- 68-2-6 (1982): Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales).
- 68-2-14 (1984): Essai N: Variations de température.
- 68-2-31 (1969): Essai Ec: Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels.
- 160 (1963): Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures.
- 278 (1968): Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.
- 348 (1978): Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.
- 381-1 (1982): Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus, Première partie: Signaux à courant continu.
- 382 (1971): Signal analogique pneumatique pour des systèmes de conduite de processus.
- 414 (1973): Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires.
- 654-3 (1983): Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels, Troisième partie: Influences mécaniques.
- 801-3 (1984): Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels, Troisième partie: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF EVALUATING THE PERFORMANCE OF ELECTRICAL AND PNEUMATIC ANALOGUE CHART RECORDERS 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.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
65B(CO)40	65B(CO)46

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 50(351)(1975): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 351: Automatic Control.

- 68 — : Basic Environmental Testing Procedures.
- 68-2-1 (1974): Part 2: Tests — Tests A: Cold.
- 68-2-2 (1974): Tests B: Dry Heat.
- 68-2-3 (1969): Test Ca: Damp Heat, Steady State.
- 68-2-6 (1982): Test Fc and Guidance: Vibration (Sinusoidal).
- 68-2-14 (1984): Test N: Change of Temperature.
- 68-2-31 (1969): Test Ec: Drop and Topple, Primarily for Equipment-type Specimens.
- 160 (1963): Standard Atmospheric Conditions for Test Purposes.
- 278 (1968): Documentation to be Supplied with Electronic Measuring Apparatus.
- 348 (1978): Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus.
- 381-1 (1982): Analogue Signals for Process Control Systems.
- 382 (1971): Analogue Pneumatic Signal for Process Control Systems.
- 414 (1973): Safety Requirements for Indicating and Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories.
- 654-3 (1983): Operating Conditions for Industrial-process Measurement and Control Equipment, Part 3: Mechanical Influences.
- 801-3 (1984): Electromagnetic Compatibility for Industrial-process Measurement and Control Equipment, Part 3: Radiated Electromagnetic Field Requirements.

MÉTHODES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES DES ENREGISTREURS ANALOGIQUES ÉLECTRIQUES ET PNEUMATIQUES SUR PAPIER DIAGRAMME, 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 le constructeur.

Les conditions d'essais définies dans cette 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 devront être utilisées dans le cas où le constructeur ne spécifie pas d'autres valeurs.

Les essais définis dans cette 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 l'organisme effectuant l'évaluation et le constructeur. 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 décrit des méthodes destinées à déterminer les performances de tous les enregistreurs analogiques électriques et pneumatiques sur papier diagramme, fonctionnant à partir d'un signal normalisé qui peut être utilisé dans les systèmes de conduite des processus. Cette norme couvre les instruments à tracés continus et à tracés interrompus, les instruments à plusieurs plumes et à plusieurs canaux. Un certain nombre d'essais ne doivent pas être appliqués à tous les instruments. Par ailleurs, des essais complémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour certains types d'enregistreurs.

2. Objet

Cette norme est destinée à spécifier les méthodes uniformes d'essais destinées à l'évaluation des performances des enregistreurs analogiques, électriques et pneumatiques sur papier diagramme, fonctionnant à partir d'un signal normalisé utilisable dans les systèmes de conduite des processus.

Lorsqu'une évaluation complète conformément à la présente norme n'est pas exigée, les essais qui sont demandés doivent être réalisés et leurs résultats exprimés en accord avec les parties de la norme concernées.

3. Définitions

Pour les besoins de cette norme, les définitions ci-dessous devront être utilisées jusqu'à ce que les définitions finales de ces termes soient publiées dans une nouvelle édition de la Publication 50(351) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 351: Commande et régulation automatiques.

METHODS OF EVALUATING THE PERFORMANCE OF ELECTRICAL AND PNEUMATIC ANALOGUE CHART RECORDERS 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 evaluating body and the manufacturer. 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 provides methods for determining the performance of all electrical and pneumatic analogue chart recorders operating from a standardized signal which may be used in process control. It is intended that continuous and dotted line traces, multiple-pen and multiple-channel instruments should be covered. Some tests shall not apply to all instruments and additional tests may be required for certain types of recorders.

2. Object

This standard is intended to specify uniform methods of test for the evaluation of the performance of electrical and pneumatic analogue chart recorders operating from a standardized signal which may be used in process control.

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. Definitions

For the purpose of this standard, the definitions below shall apply until final definitions of these terms are published in a new edition of IEC Publication 50(351): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 351: Automatic Control.

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 termes de 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 la gamme 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 de performance, 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 rencontré, de la conformité, quand la courbe spécifiée est une ligne droite.

3.2 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.

3.3 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 la gamme.

3.4 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 la gamme, d'autre part à réduire au minimum l'écart maximal.

3.5 Zone morte

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

3.6 Influence du frottement

Dans le cas d'enregistreurs à tracé continu, influence que le frottement du dispositif de marquage sur le papier diagramme peut avoir sur l'enregistrement.

3.7 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, tableau BI, page 64).

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.

3.8 Erreur d'hystérésis

Partie de l'hystérésis attribuable à l'énergie absorbée par les éléments constitutifs d'un appareil de mesure. Sauf spécification contraire, elle devrait être déterminée en soustrayant la zone morte de l'écart maximal mesuré entre les indications lues à la montée et les indications lues à la descente de la variable mesurée lors d'un parcours complet de la gamme.

3.1 *Conformity*

The conformity of a curve consists in the closeness by which it approximates to a specified curve (e.g., 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, frequently encountered case of conformity where the specified curve is a straight line.

3.2 *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.

3.3 *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.

3.4 *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.

3.5 *Dead band*

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

3.6 *Friction effect*

In the case of continuous line recorders, it is the effect which friction of the marking device on the chart may have on the record.

3.7 *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, page 65).

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.

3.8 *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 and downscale readings of the measured variable during a full-range traverse.

3.9 *Etendue de mesure (gamme)*

Domaine à l'intérieur duquel une 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 instruments 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 instruments pour une position donnée du dispositif de réglage.

3.10 *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°C , $+30^{\circ}\text{C}$.

3.11 *Valeur minimale de l'étendue de mesure*

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

3.12 *Valeur maximale de l'étendue de mesure*

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

3.13 *Intervalle de mesure*

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

3.14 *Etendue de mesure (gamme) 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°C , 500°C .

3.15 *Dépassement au-delà ou en deçà de l'étendue de mesure*

Il y a dépassement au-delà ou en deçà de l'étendue de mesure lorsque la valeur du signal d'entrée excède la valeur maximale de son étendue ou est inférieure à la valeur minimale de son étendue.

3.16 *Sortie*

Position du dispositif de marquage d'un enregistreur.

Si un dispositif indicateur est relié directement au dispositif de marquage, on vérifiera la valeur indiquée considérée comme une seconde sortie. Se rapporter au paragraphe 12.4 pour certaines considérations sur la parallaxe.

3.17 *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.

3.18 *Enregistreur*

Instrument qui enregistre avec une plume ou à l'aide de tout autre dispositif de marquage la valeur instantanée, efficace ou moyenne du signal.

3.9 *Range*

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

Note. — Instruments 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 instruments for a specified setting of the adjustment means.

3.10 *Elevated-zero range*

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

3.11 *Lower range-value*

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

3.12 *Upper range-value*

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

3.13 *Span*

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

3.14 *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 .

3.15 *Over-range*

The extent by which any value of the input signal exceeds its upper range-value or goes below its lower range-value.

3.16 *Output*

The position of the marking device of a recorder.

If an indicator is directly connected to the marking device, the indicated value is tested as a second output. See Sub-clause 12.4 for remarks on parallax.

3.17 *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.

3.18 *Recorder*

An instrument which records, with a pen or other marking device, the instantaneous, effective or average value of the signal.

3.19 *Enregistreur à plusieurs plumes*

Enregistreur destiné à plus d'un seul signal d'entrée et comportant une plume individuelle ou tout autre dispositif de marquage pour chaque signal d'entrée.

3.20 *Enregistreur à plusieurs canaux*

Enregistreur destiné à plus d'un seul signal d'entrée et qui connecte successivement son ou ses circuits de mesure internes à différents signaux d'entrée, et, de ce fait, enregistre les valeurs des signaux d'entrée en séquence.

3.21 *Enregistrement*

Trace qui s'inscrit sur le papier diagramme de l'enregistreur en réponse à un signal d'entrée.

3.22 *Temps par point*

Intervalle de temps entre deux lectures successives d'un enregistreur à plusieurs canaux; il s'agit généralement de signaux dans différents circuits de mesure externe.

3.23 *Réglage du zéro*

Dispositif équipant un instrument et permettant de décaler parallèlement la relation entrée-sortie.

4. **Procédures générales d'essais**

4.1 *Choix des gammes pour les essais*

4.1.1 L'enregistreur doit être mis en fonctionnement en suivant les instructions du constructeur en particulier celles concernant les réglages préliminaires.

Note. — Le papier diagramme et l'encre fournis par le constructeur pour les enregistreurs devront être utilisés pour tous les essais.

4.1.2 Sauf spécification contraire, dans le cas où l'intervalle de mesure est réglable au-delà des tolérances de fabrication, les essais seront réalisés de préférence en fixant approximativement 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.

4.1.3 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 être réalisés, de préférence, alors que le dispositif de réglage suppression/décalage d'origine est 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 devront, de préférence, être également réalisés avec le système de réglage approximativement à la moyenne arithmétique des deux valeurs extrêmes de la suppression et/ou du décalage d'origine du zéro.

3.19 *Recorder, multiple-pen*

A recorder, for more than one input signal, providing an individual pen or other marking device for each input signal.

3.20 *Recorder, multiple-channel*

A recorder for more than one input signal which successively connects its internal measuring circuit(s) to different input signals, thereby recording the values of the input signals in sequence.

3.21 *Record*

The trace marked on the instrument chart in response to an input signal.

3.22 *Time per point*

The time interval between two immediately successive readings of a multiple-channel recorder, generally of signals in different external measuring circuits.

3.23 *Zero adjustment*

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

4. **General testing procedures**

4.1 *Selection of ranges for test*

4.1.1 The recorder shall be put into operation according to the manufacturer's instructions, in particular, those relating to the preliminary adjustments.

Note. — The chart and ink supplied by the manufacturer for the recorders should be used for all tests.

4.1.2 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.

4.1.3 Unless otherwise stated, where the zero adjustment is adjustable other than to take up manufacturing tolerances, 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 extreme values.

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. — L'essai d'un enregistreur, 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 4.1.2 et 4.1.3, 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 ne seront peut-être pas affectées de façon significative par le choix de la valeur la plus élevée, ou la plus basse, de la gamme de mesure si l'intervalle de mesure est maintenu constant; dans bien des cas, elle 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, le rapport devra clairement indiquer les valeurs correspondant aux paramètres murés, ceci 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 de l'enregistreur.

- 4.2 Le zéro et l'intervalle de mesure devront être réglés de façon que la caractéristique effective soit en étroite conformité avec les valeurs idéales pour les valeurs maximale et minimale de la gamme, 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 accord contraire, les résultats des essais 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 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 de l'enregistreur de se stabiliser. En l'absence de spécification du constructeur, une période d'au moins 30 min doit être accordée.
- 4.7 Lorsqu'on effectue des essais sur un instrument enregistreur à plusieurs canaux, la grandeur mesurée doit être appliquée à l'instrument à l'essai ainsi qu'à un instrument de référence; cette grandeur doit varier de sorte que la valeur requise apparaisse sur l'instrument de référence. La détermination des écarts et des erreurs sera effectuée en utilisant en premier lieu l'un des canaux, puis, successivement, les autres canaux.

Lorsqu'on effectue des essais sur des enregistreurs à plusieurs plumes, il convient en général de choisir les valeurs d'entrée de telle sorte que les valeurs enregistrées soient produites en différents points du papier diagramme, cela permettant d'obtenir une meilleure discrimination entre les valeurs enregistrées. (Dans le cas de certains essais tels que la vérification du zéro et de l'intervalle de mesure, cela n'est pas possible.)

Pour les instruments de ce type il est généralement plus approprié d'ajuster la valeur d'entrée de façon à obtenir les valeurs de sortie vraies puis d'enregistrer la valeur de l'entrée.

- 4.8 Les erreurs seront déterminées comme étant l'écart observé par rapport à la relation entrée/sortie spécifiée par le constructeur.

5. Conditions d'essais d'environnement

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

Note. — Testing of a instrument with provision for substantial adjustment of both span and zero in accordance with Sub-clauses 4.1.2 and 4.1.3 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 shall 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 recorder.

- 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 carrying out each test specified in this standard. When this is done the fact shall be stated in the evaluation report.
- 4.3 Unless otherwise agreed, 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 instrument to stabilize. In the absence of manufacturer specification, a period of at least 30 min should be allowed.
- 4.7 In performing tests on a multiple-channel recording instrument, the measured quantity shall be applied to the instrument under test and to a reference instrument, and shall be varied so that the required value is shown on the reference instrument. The determination of deviations shall be carried out by using first one of the channels, and then successively, the other channels.

In performing tests on multiple-pen recording instruments, input values should generally be selected such that the recorded values are produced on different points on the chart to provide best discrimination between the recorded values. (In the case of certain tests such as checking zero and span, this is not possible.)

For these types of instruments, it is generally more convenient to adjust the input to obtain the true output values and then record the value of the input.

- 4.8 Errors shall be determined as departure from the input/output relationship specified by the manufacturer.

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 *Gamme des conditions ambiantes recommandée pour les mesures effectuées en cours d'essai (voir Publication 801-3* de la CEI)*

Température:	15 °C à 35 °C
Humidité relative:	45% à 75%
Pression atmosphérique:	de 860 mbar à 1 060 mbar (86 kPa à 106 kPa)
Champ électromagnétique:	valeur à définir si nécessaire (voir Publication 801-3 de la CEI*)

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

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 ce cas, l'atmosphère de référence normalisée ne tiendra 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 plage 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 à 1 060 mbar	

Dans le cas de conditions atmosphériques tropicales, sub-tropicales 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.

* Publication 801-3: Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels, Troisième partie: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques.

5.1 *Recommended range of ambient conditions for test measurements* (see IEC Publication 801-3*)

Temperature:	15 °C to 35 °C
Relative humidity:	45% to 75%
Atmospheric pressure:	860 mbar to 1 060 mbar (86 kPa to 106 kPa)
Electromagnetic field:	Value to be stated (see IEC Publication 801-3*)

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

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 to 1 060 mbar	

For tropical, sub-tropical, or other special requirements, alternative referee atmospheres are given in IEC Publication 160. The above-mentioned atmospheric conditions are equivalent to the reference operating conditions usually identified by the manufacturer.

* Publication 801-3: Electromagnetic Compatibility for Industrial-process Measurement and Control Equipment, Part 3: Radiated Electromagnetic Field Requirements.

6. Conditions d'alimentation pendant les essais

6.1 Valeurs de référence

Les valeurs de référence seront celles qui sont spécifiées par le constructeur.

6.2 Tolérances

Sauf accord entre utilisateur et constructeur pour des tolérances plus étroites, on doit respecter les tolérances données ci-dessous:

Alimentation électrique

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

Alimentation pneumatique

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

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

7. Autres conditions

(Voir Publications 381-1 de la CEI: Signaux analogiques pour systèmes de commande de processus, Première partie: Signaux à courant continu, et 38.2 de la CEI: Signal analogique pneumatique pour des systèmes de conduite de processus)

- signaux d'entrée: les tensions parasites induites ou les fluctuations de pression doivent avoir un effet négligeable sur la valeur mesurée;
- position de l'enregistreur au cours de l'essai: toute position de fonctionnement normale spécifiée par le constructeur. Seule l'une de ces positions permises sera utilisée au cours de tous les essais.

8. Comportement statique

8.1 Termes relatifs à la précision

8.1.1 Généralités

L'appareil à l'essai et le système d'essais doivent avoir le temps de se stabiliser dans des conditions d'environnement stables. Le système de mesure utilisé pour les essais doit avoir une précision au moins trois fois supérieure à celle de l'enregistreur essayé. Tous les essais doivent être effectués dans ces conditions. Les conditions d'environnement qui peuvent influencer les résultats des essais doivent être observées et notées.

6. Supply conditions during tests

6.1 Reference values

Reference values are those specified by the manufacturer.

6.2 Tolerances

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

Electrical supply

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

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 recorder body temperature
- oil and dust free

Note. — An oil content not greater than 1 part per million by weight and absence of dust particles greater than $3\text{ }\mu\text{m}$ is considered to be an "oil and dust free" supply.

7. Other conditions

(See IEC Publications 381-1: Analogue Signals for Process Control Systems, Part 1: Direct Current Signals and 382: Analogue Pneumatic Signal for Process Control Systems)

- input signals: spurious induced voltage or pressure fluctuation shall have negligible effect on the measurement;
- recorder position during the test: any normal operating position specified by the manufacturer. Only one of any permitted positions shall be used throughout the tests.

8. Static behaviour

8.1 Accuracy-related terms

8.1.1 General

The device under test and the associated test equipment shall be allowed to stabilize under steady-state environmental conditions. The test equipment shall have an accuracy of at least three times greater than that of the recorder under test. All testing shall be done under these conditions. Environmental conditions which may influence test results shall be observed and recorded.

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'essais 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 trois au minimum, de préférence davantage. Le nombre et l'emplacement de ces points d'essais 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 à 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 fonctionnelle étudiée ne nécessite une telle action.

Les erreurs sont déterminées pour des valeurs croissantes et décroissantes de la grandeur mesurée conformément aux méthodes décrites ci-après:

a) Enregistreur de tracé continu

Le papier se déroulant normalement, le signal d'entrée est appliqué à l'enregistreur à l'essai ainsi qu'à un instrument de référence, puis est progressivement modifié de telle sorte que l'on évite tout dépassement jusqu'à ce que la valeur requise soit atteinte sur l'instrument de référence. L'effet du frottement est compris dans les limites de l'erreur.

b) Enregistreur de ligne en pointilles (canal unique)

La grandeur mesurée doit être appliquée à l'instrument à l'essai ainsi qu'à un instrument de référence; on la fera varier de telle sorte que la valeur requise apparaisse sur l'instrument de référence.

c) Enregistreur de ligne en pointilles (plusieurs canaux)

La mesure des erreurs sera effectuée de la même façon que dans le cas des enregistreurs de ligne en pointilles à canal unique (voir le point *b*) du paragraphe 8.1.1), en utilisant d'abord l'un des canaux, puis successivement les autres canaux.

Pour chaque détermination où l'on fait croître les valeurs, tous les canaux inutilisés doivent être alimentés de sorte que le ou les point(s) enregistré(s) correspondent à la valeur inférieure de l'intervalle de mesure.

8.1.2 *Cycle de mesure*

L'appareil soumis à l'essai est maintenu dans les conditions d'essais et de préconditionnement spécifiées au paragraphe 8.1.1. Les valeurs de la grandeur de sortie sont observées et relevées pour chaque valeur d'entrée et ce pour au moins trois, mais de préférence cinq, parcours complets de la gamme dans chaque direction.

La valeur d'entrée finale doit être approchée en partant de la même direction que la valeur d'entrée initiale. Appliquer la grandeur d'entrée de telle sorte qu'aucun dépassement ne se produise à l'entrée ni à la sortie.

8.1.3 *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.

The number of test points to determine the performance characteristics of a device should be distributed over the range. They should indicate points at or near (within 10% of span) the lower and upper range-values. There should be at least three 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.

Deviations are determined for increasing and decreasing values of the measured quantity according to the following methods:

a) Continuous line recorder

The chart being driven, the input signal shall be applied to the recorder under test and to a reference instrument and progressively changed in such a way as to avoid overshoot until the required value is reached on the reference instrument. Friction effects are included in the limits of error.

b) Dotted-line recorder (single channel)

The measured quantity shall be applied to the instrument under test and to a reference instrument and shall be varied so that the required value is shown on the reference instrument.

c) Dotted-line recorder (multiple channel)

The measurement of errors shall be carried out in the same manner as for single channel dotted-line recorders (see Item *b*) of Sub-clause 8.1.1), by first using one of the channels, and then successively the other channels.

For each determination using increasing values, all the unused channel(s) shall be energized so that the recorded point(s) correspond to the lower limit of the span.

8.1.2 *Measurement cycle*

Maintain test conditions and pre-condition the device under test as indicated in Sub-clause 8.1.1. Observe and record output values for each input value for at least three, but preferably five, full-range traverses in each direction.

The final input must be approached from the same direction as the initial input. Apply the input in such a way that neither input nor output overshoot occurs.

8.1.3 *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 percentage 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 point d'essai, mesurée à la montée, et pour chaque cycle de mesure;
- 2) erreur moyenne à la descente: moyenne arithmétique des erreurs pour chaque point d'essai, mesurée à la descente, et pour chaque cycle de mesure;
- 3) erreur moyenne: moyenne de toutes les valeurs mesurées à la montée et à la descente, pour chaque point d'essai.

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 BI donné en exemple, page 64.

8.1.4 Courbe d'erreur

On relèvera les courbes d'erreurs suivantes, en fonction du signal d'entrée exprimé en pour cent (voir figure B1, page 64):

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

8.2 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 l'Erreur mesurée. Sauf spécification contraire précisée dans le rapport, et sauf instructions contraires de la part du constructeur, l'appareil doit être ajusté 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. Voir paragraphes 8.1.2 à 8.1.4 pour la détermination de l'erreur.

8.3 Conformité basée sur les extrémités

La conformité basée sur les extrémités peut être déterminée directement à partir de la courbe d'erreur (voir 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 BI 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'un calculateur, 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 devra être clairement précisé dans le rapport.

3. — Si la courbe de l'instrument est en forme de C, on aboutit, en se basant sur les extrémités, à une valeur de l'erreur plus grande que si la courbe de l'instrument est en forme de S. Dans les applications où les erreurs de conformité peuvent être minimisées, la valeur de la conformité indépendante est utile à connaître.

Compute the following:

- 1) average upscale error — the arithmetic mean of the errors at each test point for the upscale readings of each measurement cycle;
- 2) average downscale error — the arithmetic mean of the errors at each test point for the downscale readings of each measurement cycle;
- 3) average error — the arithmetic mean of all upscale and downscale readings at each test point.

Record error values, average upscale error values, average downscale error values, and average error values in a table such as illustrated in Table BI, page 65.

8.1.4 Error curve

Plot the following error curves versus percentage input (see Figure B1, page 65):

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

8.2 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, and where it is not contrary to the manufacturer's adjustment instructions, the instrument shall be adjusted for minimum error at the lower and upper range-values before the test. See Sub-clauses 8.1.2 to 8.1.4 for error determination.

8.3 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 percentage 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, for example 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 C-shaped conformity, a statement of terminal-based conformity will yield a larger value than if the instrument has S-shaped conformity. If application of the instrument permits adjustments to minimize conformity errors, the value of independent conformity is a useful figure.

8.4 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 point d'essai.

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

8.5 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 devra 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 (voir tableau BI).

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 caractéristiques de fonctionnement d'appareils similaires. Elle ne devra pas être considérée comme une mesure statistique valable de la répétabilité qui peut être observée en exploitation.

8.6 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) on fait 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) on note la valeur d'entrée;
- 3) on fait 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) on note la valeur de la grandeur d'entrée.

Le créneau de variation appliqué au signal d'entrée (différence entre les valeurs notées en 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, elles pourront être effectuées pour d'autres valeurs, par exemple pour 10% et 90% de l'étendues de mesure.

9. Effets des grandeurs d'influence

Sauf spécification contraire, ces effets devront être déterminés en mesurant les variations d'une part de la valeur minimale de l'étendue de mesure et d'autre part de l'intervalle de mesure provoquées par les variations décrites ci-après, dans des conditions d'utilisation prises séparément. Les autres conditions d'utilisation seront maintenues constantes à leurs valeurs de référence. La vitesse de variation des grandeurs d'influence doit être suffisamment lente afin d'éviter tout dépassement intempestif en aucun point de l'enregistreur soumis à l'essai.

8.4 *Hysteresis*

Hysteresis is the difference between the values of the average upscale error and the average downscale error at each test point.

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

8.5 *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 values obtained above (see Table BI).

Notes 1. — In some cases, determination of the points 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.

8.6 *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) note the input value;
- 3) slowly vary the input in the opposite direction until a detectable output change is observed;
- 4) note 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 percentage 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.

9. **Effect 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 recorder under test.

- Notes 1.* — Si nécessaire, et après accord préalable, les mesures de la grandeur de sortie devront être effectuées pour plusieurs valeurs d'entrée, de façon à permettre d'évaluer toute répercussion significative des grandeurs d'influence sur la conformité, l'hystérésis, etc.
- 2.* — Les grandeurs d'influence peuvent aussi affecter la vitesse de déroulement du papier ainsi que le papier lui-même.

9.1 *Irrégularités de l'alimentation électrique*

9.1.1 *Variations affectant l'alimentation principale (réseau)*

Cet essai s'effectue 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).

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 étant à sa valeur maximale, le signal de sortie peut atteindre la valeur maximale de sa gamme.

9.1.2 *Interruption de l'alimentation*

Le but de cet essai est de déterminer le comportement de l'enregistreur au moment de la commutation sur l'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 enregistreurs à alimentation électrique)

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 ou pour un déphasage quelconque.

Les valeurs suivantes seront relevées:

- 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 commutation se produit pour un déphasage quelconque, pour accroître la précision des résultats, 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 moment du passage par zéro, trois essais seulement sont nécessaires.

Notes 1. — If necessary and agreed upon, measurement of output should be made at a sufficient number of input values to permit assessment of any significant effect of influence quantities on conformity, hysteresis, etc.

2. — Chart drive speed and chart paper may also be affected by influence quantities.

9.1 *Electrical power supply aberrations*

9.1.1 *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).

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.

9.1.2 *Power supply interruptions*

The purpose of this test is to determine the behaviour of the recorder on switching from the normal specified supply or mains to a stand-by supply. The input shall be held constant at 50% of span.

Short interruption (electrically powered instruments)

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 or at random phase.

The following values will 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 in order to increase the accuracy of results, 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.

9.1.3 *Baisse de la tension d'alimentation* (instruments alimentés électriquement seulement)

L'enregistreur 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 relevées.

9.1.4 *Surtensions transitoires affectant l'alimentation principale* (figure 1, page 54)

L'essai consiste à superposer des pointes de tension à l'alimentation principale. L'énergie de pointe doit être de 0,1 joule, et les amplitudes des pics de tension doivent correspondre à des surtensions de 100% et 500% (en pourcentage de la valeur efficace de la tension d'alimentation principale). La pointe de tension peut être produite par la décharge d'un condensateur ou tout autre dispositif donnant une forme d'onde équivalente.

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.

On appliquera, soit deux impulsions pour chaque valeur d'amplitude 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 relevé.

9.2 *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 à l'enregistreur.

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

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

9.4 *Perturbations électriques*

9.4.1 *Perturbations de mode commun* (figure 2, page 54)

Cet essai est uniquement applicable aux enregistreurs dont les bornes sont isolées par rapport à la terre. L'essai consiste à mesurer les variations d'une part de la valeur minimale de l'étendue de mesure et d'autre part 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. Si le constructeur spécifie une valeur inférieure à 250 V, c'est cette valeur qui sera appliquée. La phase du signal perturbateur devra varier de 360° par rapport à la phase de la tension d'alimentation de l'enregistreur.

Le même essai est 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 du signal d'entrée est 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.

Au cours des essais de perturbation de mode commun, l'enregistreur doit être alimenté à partir d'une source de signaux d'entrée qui n'est pas affectée par les signaux de mode commun.

9.1.3 *Power supply depression* (electrically powered instruments only)

With the recorder 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.

9.1.4 *Mains power supply transient overvoltages* (Figure 1, page 55)

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

9.2 *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 recorder.

9.3 *Reverse supply voltage protection*

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

9.4 *Electrical interference*

9.4.1 *Common mode interference* (Figure 2, page 55)

This test is applicable only to instruments 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 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 the recorder 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 the lesser, 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.

During the common mode interference tests the instrument shall be supplied from an input signal source which is not affected by the common mode signal. For current-input instruments

Pour les enregistreurs 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 capacité au moins égale à 10 μF . Pour les enregistreurs 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. 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, ceci pour une large gamme d'appareils.

9.4.2 Perturbations de mode série (figure 3, page 56)

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

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

Le côté de la connexion en parallèle du secondaire du transformateur et de la résistance de charge non relié directement à l'enregistreur sera mis à la terre. Les mesures seront effectuées pour des valeurs de sortie de 10% et de 90%.

En ajustant la tension primaire, la tension en mode série à travers la résistance de charge devra être réglée à 1 V, valeur crête, la liaison avec l'enregistreur étant ouverte. L'enregistreur 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 devra 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 indiqué s'il est inférieur à 0,5% de l'intervalle vrai de mesure. 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 en mode série devra être notée.

9.5 Mise à la terre

Cet essai est applicable seulement aux enregistreurs à entrées électriques isolées de la terre.

Cet essai sera effectué en mesurant les écarts en régime permanent de la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure provoqués en mettant à la terre alternativement chaque borne d'entrée.

Toute variation transitoire doit être notée.

9.6 Impédance de source

Sur les enregistreurs, lorsque l'entrée est une tension électrique, la variation de la grandeur de sortie provoquée par la variation de la résistance du circuit d'entrée à partir de la valeur minimale spécifiée par le constructeur jusqu'à la valeur maximale doit être mesurée. La résistance sera répartie également sur chaque ligne.

9.7 Perturbations radioélectriques (voir Publication 801-3 de la CEI*)

Les essais destinés à déterminer les effets des fréquences d'interférence radioélectriques doivent faire l'objet d'accords particuliers entre le constructeur et l'utilisateur.

* Publication 801-3: Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels, Troisième partie: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques.

the signal source shall be a current source with not less than 10 μF capacitance connected across its output terminals. For voltage-input recorders the signal source shall be a voltage source with an output impedance no greater than 100 Ω at mains frequency.

Note. — Common mode interference tests are also commonly conducted by connecting the test signal to both input terminals simultaneously. If the impedance between the terminals is low relative to the 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.

9.4.2 *Series mode interference (Figure 3, page 57)*

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 Ω 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 recorder should be earthed. 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 should be set to 1 V peak value, with the connection to the recorder open-circuited. The recorder 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 should 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 stated, if smaller than 0.5% of the actual span. If the measured change is greater than 0.5% 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 should be stated.

9.5 *Earthing*

This test is applicable only to instruments with electrical inputs which are isolated from earth.

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

Any transient changes shall be noted.

9.6 *Source impedance-load resistance*

On recorders, 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.

9.7 *Radio interference (see IEC Publication 801-3*)*

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

* Publication 801-3: Electromagnetic Compatibility for Industrial-process Measurement and Control Equipment, Part 3: Radiated Electromagnetic Field Requirements.

9.8 *Perturbations dues au champ magnétique* (voir Publication 801-3 de la CEI)

Cet essai a pour but de déterminer l'effet d'un champ magnétique alternatif à la fréquence de l'alimentation sur la sortie de l'enregistreur. Il ne devra pas être exécuté sur des enregistreurs utilisant exclusivement des signaux pneumatiques.

L'instrument sera exposé à un champ magnétique de 400 A/m en 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 sera noté pour un signal de sortie de 10% et de 90% de l'intervalle de mesure. Cet essai sera 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, parcourus par 5 A.

9.9 *Température ambiante* (voir Publications 68-2-1¹⁾, 68-2-2²⁾ et 68-2-14³⁾ de la CEI)

Les variations, d'une part de la limite inférieure de l'étendue de mesure et d'autre part de l'intervalle de mesure, seront mesurées aux températures maximale et minimale de fonctionnement 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 modifiée échelon par échelon, dans l'ordre donné, et sans aucun réglage de l'enregistreur. Un deuxième cycle de température identique au premier sera effectué sans aucun réglage de l'enregistreur.

La tolérance sur chacune de ces températures est de ± 2 °C. Un laps de temps suffisant sera prévu pour permettre la stabilisation de la température en tout point de l'enregistreur.

Note. — On prêtera une attention particulière à la qualité de l'enregistrement.

9.10 *Humidité (pour les enregistreurs électriques seulement)* (voir Publication 68-2-3⁴⁾ de la CEI)

L'influence de l'humidité sur les enregistreurs électriques sera mesurée dans les limites spécifiées par le constructeur. Si la saturation se situe dans le domaine de fonctionnement spécifié, l'essai sera effectué sans papier diagramme, la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure étant déterminés par comparaison avec une règle d'étalonnage.

L'enregistreur sera maintenu dans les conditions ambiantes pendant 24 h. Un ensemble de mesures d'étalonnage de référence lui sera alors appliqué à des intervalles de 20% de l'intervalle du signal de sortie. L'enregistreur sera alors maintenu pendant un laps de temps de 25 h au minimum dans une enceinte à la pression atmosphérique, à une température de 40 +0, -2 °C, et une humidité relative de 91% à 95%. L'enregistreur sera remis sous tension pendant les quatre dernières heures de la période ci-dessus et des mesures seront effectuées juste après cette période de 4 h à des intervalles de 20% de l'intervalle du signal de sortie.

¹⁾ Publication 68-2-1: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essais A: Froid.

²⁾ Publication 68-2-2: Essais B: Chaleur sèche.

³⁾ Publication 68-2-14: Essai N: Variations de température.

⁴⁾ Publication 68-2-3: Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

9.8 *Magnetic-field interference* (see IEC Publication 801-3)

The purpose of this test is to determine the effect of a mains frequency alternating field on the output of a recorder. 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 a 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 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.

9.9 *Ambient temperature* (see IEC Publications 68-2-1¹⁾, 68-2-2²⁾ and 68-2-14³⁾)

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 recorder. A second temperature cycle, identical to the first, shall be performed without readjustment of the recorder.

The tolerance for each temperature is $\pm 2^\circ\text{C}$. Sufficient time shall be allowed for stabilization of the temperature at all parts of the recorder.

Note. — Special attention should be paid to recording quality.

9.10 *Humidity (electrically powered instruments only)* (see IEC Publication 68-2-3⁴⁾)

The influence of humidity upon an electrically powered recorder shall be measured within the limits specified by the manufacturer. If saturation is within the specified range of operation the test shall be performed without recording paper, lower range-value and span being determined by comparison with a calibration rule.

The recorder shall be maintained at ambient test conditions for 24 h. A set of reference calibration measurements shall then be taken at intervals of 20% of output span. The recorder shall then be maintained for a period of at least 25 h in a chamber at atmospheric pressure, at a temperature of $40 \pm 0, -2^\circ\text{C}$, and a relative humidity of 91% to 95%. The recorder 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 output span.

¹⁾ Publication 68-2-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Tests A: Cold

²⁾ Publication 68-2-2: Tests B: Dry Heat.

³⁾ Publication 68-2-14: Test N: Change of Temperature.

⁴⁾ Publication 68-2-3: Test Ca: Damp Heat, Steady State.

L'enregistreur étant encore en fonctionnement la température descendra en dessous de 25 °C en un laps de temps au moins égal à 1 h. L'enceinte d'essai restera fermée de sorte que la saturation se produise au cours de cette période. La variation maximale, affectant la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure, due à ces conditions sera déterminée et enregistrée.

Après cet essai, une inspection visuelle sera faite 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 de l'enregistreur seront déterminées pour des intervalles d'environ 20% de l'intervalle de mesure par valeurs croissantes puis décroissantes. Toutes variations des erreurs par rapport aux mesures initiales dans les conditions ambiantes seront notées.

9.11 Position de montage

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

Si une inclinaison de $\pm 10^\circ$ est excessive en raison de la conception de l'enregistreur, l'inclinaison maximale spécifiée par le constructeur sera utilisée.

Note. — On prêter une attention particulière à la qualité d'enregistrement.

9.12 Chocs

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

Le but de ces essais est:

- de représenter les chocs et les secousses susceptibles de se produire lors de travaux de réparation et durant une manipulation en exploitation normale;
- de fixer un degré minimal de robustesse mécanique.

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

L'enregistreur ayant sa position normale d'utilisation, placé sur une surface unie, dure et rigide, de béton ou d'acier, 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 à choisir par le constructeur et l'utilisateur), ou que l'angle fait 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.

L'enregistreur est soumis à une chute autour de chacune des quatre arêtes de sa base.

Après cet essai l'enregistreur sera examiné et on notera toute détérioration éventuelle ainsi que toute variation d'une part de la valeur minimale de l'étendue de mesure et d'autre part de l'intervalle de mesure. On vérifiera que l'enregistreur, après réglage, retrouve ses caractéristiques de fonctionnement initiales.

Note. — Pour des cas spéciaux, on choisira, après accord, un autre essai de chocs parmi ceux de la Publication 68 de la CEI: Essais climatiques et de robustesse mécanique.

With the recorder still in operation, the temperature shall be allowed to fall below 25 °C in not less than 1 h. The test 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 recorder 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.

9.11 *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 recorder, the maximum inclination specified by the manufacturer shall be used.

Note. — Special attention should be paid to recording quality.

9.12 *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.

The purpose of this test is:

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

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

The instrument, 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 on to the test surface.

The instrument is subjected to one drop about each of the four bottom edges.

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

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

9.13 Vibrations mécaniques (voir Publication 654-3 de la CEI*)

Sauf spécification contraire du constructeur cet essai sera effectué comme suit. Son objet est d'abord 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 l'enregistreur est suffisamment robuste pour ces conditions.

Les essais de vibration sont exécutés sur l'enregistreur pour une alimentation normale, la grandeur d'entrée étant fixée à 50% de son étendue de mesure.

La procédure générale de cet essai doit être en accord avec 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).

L'enregistreur 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:

1) Première phase: Recherche initiale des résonances

Cette phase a pour but d'étudier la réponse de l'enregistreur aux vibrations, de déterminer les fréquences de résonance, 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, noter les valeurs de fréquence donnant lieu:

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

Noter les valeurs d'amplitude et de fréquence pour lesquelles ces effets se produisent, 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. La vitesse de balayage doit être environ de 0,5 octave par minute. Les gammes de fréquence à utiliser pour l'évaluation des enregistreurs destinés au contrôle-conduite des processus industriels devront être choisies dans le tableau ci-dessous.

Conditions de fonctionnement

Installation	Fréquence des vibrations (Hz)	Amplitude crête à crête (mm)	Accélération crête à crête (m/s ²)
Salle de contrôle (usage général)	10-60	0,07	
Extérieur (faible niveau de vibration)	60-150		9,8

Note. — La fréquence de passage de la phase à amplitude constante à la phase à accélération constante est de 60 Hz (valeur nominale).

* Publication 654-3: Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels, Troisième partie: Influences mécaniques.

9.13 *Mechanical vibrations* (see IEC Publication 654-3*)

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 recorder is satisfactorily robust for these conditions.

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

The general procedure for 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 recorder shall be mounted, in accordance with the manufacturer's instructions for normal installation, on a vibration table and subjected to sinusoidal vibrations in each of three mutually perpendicular axes in turn, one of which shall be the vertical direction. The rigidity of the vibration table, of the mounting plate and 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:

1) *First stage: Initial resonance search*

The object of this stage is to investigate the recorder 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;
- b) mechanical resonances.

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. The sweep rate shall be approximately 0.5 octave per minute. The frequency ranges to be used for the evaluation of industrial-process control recorders should be taken from the table below.

Operating conditions

Installation	Vibration frequency (Hz)	Peak amplitude (mm)	Peak acceleration (m/s ²)
Control room (general application)	10-60	0.07	
Field (low vibration level)	60-150		9.8

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

* Publication 654-3: Operating Conditions for Industrial-Process Measurement and Control Equipment, Part 3: Mechanical Influences.

2) *Deuxième phase: Epreuve d'endurance*

L'appareil sera soumis aux vibrations pendant une demi-heure suivant chacun de trois plans perpendiculaires, l'un d'entre eux étant vertical. Dans chaque plan l'essai sera effectué à la fréquence qui a donné la plus importante résonance mécanique au cours de la première phase et, si aucune résonance n'a été détectée, à la fréquence maximale spécifiée pour ce type de conditions d'exploitation et d'installation.

3) *Troisième phase: Recherche finale des résonances*

Effectuer la recherche des résonances 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 au cours de la recherche initiale des résonances et de la deuxième phase, seront comparées. Les différences peuvent provenir de 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, vérifier le bon état mécanique de l'enregistreur. Noter toute variation éventuelle, d'une part de la limite inférieure de l'étendue de mesure, d'autre part de l'intervalle de mesure.

9.14 *Dépassement d'échelle*

Cet essai sera effectué en mesurant les variations, d'une part, de la valeur minimale de l'étendue de mesure et, d'autre part, de l'intervalle de mesure qui peuvent résulter d'un dépassement en deçà de la limite minimale et au-delà de la limite maximale de l'intervalle de mesure.

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

Après que ce dépassement aura été appliqué pendant 1 min, l'entrée sera réduite à la valeur nominale minimale de l'étendue de mesure. Après avoir attendu 5 min la valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure seront vérifiés.

Note. — Si les dépassements hors de l'étendue de mesure produisent des effets thermiques notables, la durée d'application sera accrue en conséquence.

9.15 *Effets d'un gaz purgeur traversant l'enregistreur*

Si un gaz purgeur, tel que l'air ou l'azote, est appliqué à l'enveloppe d'un enregistreur de façon à créer une faible pression positive à l'intérieur de l'enveloppe pour créer un débit de gaz de l'intérieur vers l'extérieur de l'enregistreur, les variations de la valeur minimale de l'étendue de mesure et de l'intervalle de mesure provoquées par une altération du débit du gaz purgeur seront mesurées, le débit étant ajusté à 0%, 50% et 100% de la valeur maximale spécifiée par le constructeur.

Chaque mesure sera effectuée 30 min après application du gaz purgeur à l'appareil.

10. **Stabilité**

10.1 *Dérive au démarrage*

Cet essai sera exécuté en mesurant les variations qui apparaissent sur la sortie, au cours de la période qui suit immédiatement l'application de l'alimentation pneumatique ou électrique d'un enregistreur. Avant cet essai, l'enregistreur sera soumis aux conditions ambiantes d'environnement, ou à celles qui sont définies par le constructeur pendant une période de 24 h mais sans alimentation.

2) *Second stage: Endurance conditioning*

The instrument 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.

3) *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. Difference can be caused by non-elastic deformation which may lead to the origination of cracks in the mechanical construction.

Final measurements

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

9.14 *Over-ranging*

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.

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

9.15 *Flow of purge gas through the recorder*

If purge gas, such as air or nitrogen, is applied to the case of a recorder in a manner that creates a slight positive pressure within the case to ensure a gas flow from inside to outside of the recorder, 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.

10. **Stability**

10.1 *Startup 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 recorder. Prior to the test, the instrument shall be subjected to ambient environmental conditions or as advised by the manufacturer for a period of 24 h, but shall not be energized.

Puis on met sous tension l'enregistreur et on lui applique un signal d'entrée de 10% et la sortie est notée au bout de 5 min, 1 h et 4 h. L'alimentation est ensuite coupée et après au moins 24 h dans les conditions d'environnement ambiantes, l'essai sera recommencé avec un signal d'entrée de 90%. Les mesures obtenues seront notées de façon à mettre en évidence la dérive à court terme des caractéristiques de l'enregistreur.

10.2 *Dérive à long terme*

L'enregistreur fonctionnera normalement pendant 30 jours avec un signal d'entrée correspondant à 90% de l'intervalle de mesure. L'entrée et la sortie seront mesurées chaque jour et la dérive ramenée à la sortie sera déterminée, corrigée si nécessaire, pour tenir compte de toute faible variation de l'entrée. On prendra soin que toute variation éventuelle des conditions d'environnement ambiantes autres que le temps, ne masquent pas l'effet de la dérive à long terme. La valeur minimale de l'étendue de mesure et l'intervalle de mesure seront mesurés et enregistrés immédiatement avant et après la période d'essai de 30 jours.

10.3 *Essais de fonctionnement accéléré*

10.3.1 *Instruments munis d'un seul canal*

L'enregistreur sera branché comme pour un fonctionnement normal, et une entrée alternative lui sera appliquée, entrée caractérisée par une amplitude crête/crête égale à 45% de l'intervalle de mesure, cette entrée étant centrée au point médian des valeurs d'entrée maximale et minimale. La fréquence préférée sera 0,1 Hz. Sauf spécification contraire du constructeur un total de 10^5 cycles sera effectué. Le zéro, l'intervalle de mesure et l'hystérésis à la moitié de l'intervalle de mesure seront mesurés avant et après l'essai et toutes les variations éventuelles seront notées.

10.3.2 *Instrument à canaux multiples*

L'enregistreur sera branché comme pour un fonctionnement normal. Les signaux d'entrée seront choisis de façon appropriée de telle sorte que les points enregistrés soient également espacés entre 10% et 90% de l'intervalle de mesure. L'instrument sera alors mis en marche à la fréquence préférée de 0,1 Hz pour 10^5 cycles complets, sauf accord particulier avec le constructeur. Le zéro, l'intervalle de mesure, et l'hystérésis à la moitié de l'intervalle de mesure seront mesurés avant et après l'essai et toute variation éventuelle sera notée.

11. **Qualité de l'enregistrement**

Pour les essais suivants une vitesse de déroulement du papier égale à 20 mm/h sera utilisée. Si on choisit une vitesse différente il convient de le noter dans le rapport d'essai.

L'encre et le papier utilisés doivent être en accord avec les spécifications du constructeur.

11.1 *Essais d'enregistrement à long terme*

L'enregistreur sera branché comme pour un fonctionnement normal et une entrée alternative lui sera appliquée, avec une amplitude crête/crête égale à la moitié de l'intervalle de mesure, entrée centrée à égale distance des valeurs minimale et maximale de l'étendue d'entrée.

La fréquence choisie doit être telle que tous les tracés enregistrés puissent être clairement distingués (il convient de ne pas dépasser un cycle par millimètre de diagramme).

With a 10% input signal applied to the recorder, it shall be switched on and the output noted after 5 min, 1 h and 4 h. The recorder 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 instrument.

10.2 *Long-term drift*

The instrument 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.

10.3 *Accelerated operational life test*

10.3.1 *Single-channel instruments*

The recorder shall be connected as for normal operation, and an alternating input applied with a peak-to-peak amplitude equal to 45% of the span and centred at the mean of maximum and minimum input values. The preferred frequency shall be 0.1 Hz. Unless otherwise agreed with the manufacturer, a total of 10^5 cycles shall be completed. Zero, span and hysteresis at mid-span shall be measured before and after the test, and any changes recorded.

10.3.2 *Multiple-channel instruments*

The recorder shall be connected as for normal operation. The input signals shall be suitably selected so that the recorded points will be equally spaced between 10% span and 90% span. The instrument will then be run at a preferred frequency of 0.1 Hz for 10^5 complete cycles unless otherwise agreed with the manufacturer. Zero, span and hysteresis at mid-span shall be measured before and after the test and any changes recorded.

11. **Recording quality**

For the following tests, a chart speed of 20 mm/h should be used. If another speed is used, it shall be noted in the report.

Ink and paper should be in accordance with manufacturer's specifications.

11.1 *Long-term recording test*

The instrument shall be connected as for normal operation and an alternating input applied with a peak-to-peak amplitude equal to half the span and centred at the mean of the upper and lower range input values.

The frequency selected shall be such that all recorded traces can be clearly distinguished (not more than 1 cycle per millimetre chart travel).

Après que l'on a enregistré au minimum un ensemble complet de diagrammes, et qu'au moins 10 000 cycles ont été effectués, on notera:

- a) si tous les tracés figurent sans interruption du débit de l'encre;
- b) si les couleurs de l'encre ont changé après que l'on a traversé différents tracés coloriés ceci sur une distance supérieure à 5 mm;
- c) Si la largeur de la ou des lignes enregistrées varie au cours de l'essai.

Note. — Il est possible de combiner cet essai avec les essais du paragraphe 10.3.

11.2 *Essais de salissure (dans le cas où une plume est utilisée)*

Dans des conditions identiques à celles qui sont définies au paragraphe 11.1, on augmente la fréquence jusqu'au point où il devient impossible de distinguer un tracé isolé le papier étant complètement «peint». Cette fréquence est notée.

Cette fréquence étant appliquée, l'enregistreur est mis en fonctionnement pendant une période de 24 h ou au minimum une longueur de papier de 500 mm (lorsque c'est applicable). On notera:

- a) si le papier a été endommagé et si l'encre a pénétré jusqu'à souiller le support de diagramme;
- b) si le débit d'encre a été interrompu;
- c) s'il existe des taches ou des éclaboussures d'encre.

11.3 *Essais de vitesse du marquage*

Cet essai consiste à appliquer un signal en forme de rampe ou en forme de triangle de vitesse croissante. La vitesse maximale en pour-cent de l'intervalle de mesure par seconde pour laquelle le tracé dans les deux directions ne présente pas de brisure, est déterminée et notée.

On notera si l'enregistreur inscrit à nouveau correctement pour des vitesses plus faibles après une certaine période d'interruption faisant suite à l'essai qui vient d'être décrit.

12. **Divers**

12.1 *Sécurité*

On vérifiera que l'enregistreur satisfait aux exigences de la Publication 414 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires.

12.2 *Consommation d'énergie*

12.2.1 *Consommation d'énergie électrique*

L'entrée de l'appareil étant réglée de façon que la consommation soit à sa valeur maximale, la puissance consommée (watts ou volt-ampères) doit être mesurée et notée. La mesure devra être effectuée à la tension et à la fréquence nominales puis pour la tension maximale et pour la fréquence minimale d'alimentation spécifiées par le constructeur.

12.2.2 *Consommation d'énergie pneumatique*

On mesurera et on notera la quantité d'air consommée par l'appareil pour les valeurs minimale et maximale de l'étendue d'entrée, ainsi que la consommation maximale d'air en m³/h.

After at least a full set of charts has been recorded, and at least 10 000 cycles have been completed, it shall be noted:

- a) whether all traces are without interruption of the ink flow;
- b) whether the ink colours change after crossing different colour traces over a distance longer than 5 mm;
- c) whether the widths of the recorded line(s) change during the test.

Note. — It is permissible to combine this test with Sub-clause 10.3.

11.2 *Smear test (where a pen is used)*

Under the same conditions as for Sub-clause 11.1, the frequency is increased until no single line can be distinguished and the paper is fully “painted”. This frequency shall be noted.

With this frequency, the recorder is operated for a period of 24 h or at least a chart length of 500 mm (where applicable). It shall be noted:

- a) whether the paper was damaged and the ink penetrated onto the chart platen;
- b) whether the ink flow was interrupted;
- c) whether there were any ink droplets or blotches.

11.3 *Velocity test of marking*

By applying a ramp or triangular input signal of increasing velocity, the highest velocity in percentage of span per second at which the trace in both directions has no broken lines is determined and noted.

It should be noted whether the device marks again at lower velocities after it has been interrupted in the above test.

12. **Miscellaneous**

12.1 *Safety*

This instrument shall be checked against the requirements of IEC Publication 414: Safety Requirements for Indicating and Recording Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.

12.2 *Power consumption*

12.2.1 *Electrical power consumption*

With the instrument operating at maximum energy consumption, the maximum watts or volts-amperes consumed shall be measured and reported. The measurement shall be made at the nominal voltage and frequency and at the maximum voltage and minimum frequency specified by the manufacturer.

12.2.2 *Pneumatic power consumption*

The air consumption to the instrument at upper and lower range input values, and at the maximum air consumption, shall be measured and reported in m³/h.

12.3 *Vitesse du diagramme*

On déterminera l'erreur de précision de la vitesse de déroulement du papier diagramme et cela pour des laps de temps supérieurs à 24 h.

12.4 *Parallaxe*

On notera et on décrira les moyens prévus pour éviter l'erreur de parallaxe susceptible de se produire lors de la lecture de l'indicateur. Dans le cas où aucun dispositif n'est prévu, on notera visuellement les lectures sous un angle ne dépassant pas 10° de chaque côté de l'axe normal de lecture, l'indicateur étant positionné à mi-échelle.

13. **Influence d'un circuit d'entrée ouvert et d'une entrée en court-circuit**

Chaque liaison électrique du circuit d'entrée sera interrompue successivement pendant 5 min et l'on notera l'ultime valeur en régime permanent à la sortie. Les différents temps pris pour atteindre ces valeurs seront aussi notés. Un essai semblable sera effectué, les différentes liaisons du circuit d'entrée électrique étant réunies ensemble.

14. **Comportement dynamique**

14.1 *Généralités*

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

S'il existe d'autres réglages pouvant modifier le comportement dynamique de l'enregistreur, les essais devront être effectués avec les réglages correspondant à l'effet minimal puis à l'effet maximal.

14.2 *Réponse à un échelon*

Une série d'échelons sera appliquée à l'entrée de l'enregistreur comme spécifié ci-dessous. Le temps de montée de chaque échelon devra être petit en comparaison du temps de réponse de l'enregistreur. Ces deux temps seront notés dans les conditions suivantes:

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

Le temps pris par la grandeur de sortie pour atteindre son intervalle de mesure en régime établi et y demeurer à moins de 1% près sera mesuré pour chaque type d'essai.

Cet essai sera effectué soit:

- a) la vitesse de déroulement du papier diagramme étant à sa valeur maximale si cette vitesse maximale est suffisamment élevée pour permettre une analyse précise de l'enregistrement;
- b) en appliquant un changement abrupt sur le signal mesuré pendant des laps de temps de durée fixée avec précision, la longueur de chaque intervalle étant modifiée par petits échelons et l'intervalle au bout duquel l'équilibre est réalisé représentant le temps de réponse.

Note. — S'il se produit un dépassement, les chiffres de la réponse enregistrée en fonction du temps devront comprendre ce dépassement. L'amplitude du dépassement au-delà du point d'équilibre final sera aussi notée et exprimée comme un pourcentage de l'intervalle de mesure.

12.3 *Chart speed*

The measured inaccuracy of chart timing shall be determined over intervals of not less than 24 h.

12.4 *Parallax*

Means provided for avoiding parallax in reading the indicator shall be noted and described. If none are provided, readings shall be viewed at an angle of no more than 10° each side of normal to the scale with the indicator set at mid-scale.

13. **Effect of open-circuited and short-circuited input**

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

14. **Dynamic behaviour**

14.1 *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.

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

14.2 *Step response*

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

- 1) steps 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% – 15%; 45% – 55% and 85% – 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.

This test should be conducted either:

- a) with the instrument at its maximum chart speed if this is fast enough to allow accurate time analysis of the record;
- b) by applying the abrupt change in measured signal for precisely timed intervals, the length of the interval being varied in small steps and the interval during which balance is achieved representing the response time.

Note. — If overshoot occurs, then the recorded response time figures should include the overshoot. The amount of overshoot beyond the point of final balance should also be noted and expressed as a percentage of span.

14.3 Analyse harmonique

Choisir une amplitude crête à crête du signal sinusoïdal appliqué à l'entrée 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 sera 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 du signal de sortie est à peu près de 50%.

Pour chacun des échelons de fréquence on enregistrera au moins un cycle complet de l'entrée et de la sortie.

Les résultats de ces essais seront représentés graphiquement de la façon suivante:

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

A partir de ces graphiques (voir figure 4, page 56), on déterminera les paramètres suivants:

- a) la fréquence à laquelle le gain relatif est de 0,7;
- b) la fréquence à laquelle le déphasage est de 45° ;
- c) le gain maximal relatif ainsi que la fréquence et le déphasage qui y correspondent.

14.4 Temps d'impression par point (enregistreurs multicanaux)

14.4.1 Enregistreurs qui impriment suivant un cycle bien déterminé

Les signaux d'entrée équivalant au plein intervalle de mesure et au zéro seront appliqués successivement aux bornes des entrées prises tour à tour. On notera si l'enregistreur s'équilibre et enregistre en respectant les conditions relatives à sa précision. Le temps entre chaque enregistrement imprimé sera noté.

14.4.2 Enregistreurs qui impriment lorsqu'un point d'équilibre est atteint

On appliquera successivement des signaux d'entrée équivalant au plein intervalle de mesure ainsi qu'au zéro aux bornes d'entrée prises tour à tour, de façon à mesurer le temps d'impression maximal par point.

15. Résumé des essais

Les essais résumés ci-après sont adaptés aux enregistreurs destinés aux processus industriels. En général chaque essai applicable doit en principe être effectué sur un seul enregistreur lorsqu'un rapport d'évaluation complet est prévu.

14.3 *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 (see Figure 4, page 57), 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.

14.4 *Time per point (multi-channel recorder)*

14.4.1 *For recorders which print on a fixed time cycle*

Input signals equivalent to full span and zero shall be applied alternately to successive input terminals. It should be noted whether the instrument balances and records within the accuracy rating. The time between each printed record should be noted.

14.4.2 *For recorders which print when a balance point is reached*

Input signals equivalent to full span and zero shall be applied alternately to successive input terminals to measure the maximum time per point.

15. **Summary of tests**

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

Désignation	Informations devant figurer dans le rapport d'essai		Article ou paragraphe de référence
	Unités	Remarques	
<i>Tout type d'enregistreur</i>			
Erreur mesurée	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	Trois à cinq balayages en montant et en descendant, étendue de mesure totale, traversées, mesures en cinq points au minimum	8.2
Conformité	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	Détermination des erreurs et des courbes d'erreur	8.3
Hystérésis	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie		8.4
Répétabilité	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie		8.5
Zone morte	Pourcentage de l'intervalle du signal d'entrée	On fait varier l'entrée pour obtenir une variation décelable de la sortie à 0%, 50%, 100% de l'étendue totale du signal de sortie.	8.6
Température ambiante	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Deux cycles à +20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C	9.9
Humidité	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Saturation provoquée	9.10
Position de montage	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Inclinaison de $\pm 10^\circ$ suivant deux plans	9.11
Chocs	Pourcentage de l'intervalle de mesure après la procédure d'essai	Chute et culbute suivant la Publication 68-2-31 de la CEI	9.12
Vibrations	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Recherche initiale des résonances, épreuves d'endurance pendant 1,5 h, et recherche finale des résonances	9.13
Dépassement	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Dépassement durant 1 min. Mesurer 5 min après le retour à la valeur minimale de l'étendue de mesure. Essai effectué dans les deux directions s'il s'agit d'un enregistreur de pression différentielle	9.14
<i>Dérive</i>			
Démarrage	Pourcentage de l'intervalle de mesure	Effectué à 5 min, 1 h et 4 h après que l'appareil a été alimenté	10.1
A long terme	Pourcentage de l'intervalle de mesure	30 jours à 90% de l'intervalle de mesure	10.2
Fonctionnement accéléré	Pourcentage de l'intervalle de mesure	100 000 cycles avec une amplitude égale à 45% de l'intervalle total de mesure. Mesure de la valeur minimale de l'étendue de mesure, du zéro, de l'intervalle et de l'hystérésis.	10.3

Suite du tableau page 50

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
<i>All recorders</i>			
Measured error	Percentage of output span	Three to five upscale and downscale full-range traverses, measuring at least five points	8.2
Conformity	Percentage of output span	Compute errors and plot error curves	8.3
Hysteresis	Percentage of output span		8.4
Repeatability	Percentage of output span		8.5
Dead band	Percentage of input span	Vary input to obtain detectable output change at 0%, 50%, 100% output	8.6
Ambient temperature	Percentage of span	Two cycles at +20 °C, +40 °C, +55 °C, +20 °C, 0 °C, -10 °C, -25 °C, +20 °C	9.9
Humidity	Percentage of span	Saturation induced	9.10
Mounting position	Percentage of span	± 10° inclination in two planes	9.11
Shock	Percentage of span after procedure	Drop and topple procedure (see IEC Publication 68-2-31)	9.12
Vibration	Percentage of span	Initial resonance search, 1.5 h endurance conditioning, and final resonance search	9.13
Over-ranging	Percentage of span	Over-range for 1 min. Measure 5 min after return to lower range-value. Carried out in both directions if a differential pressure recorder	9.14
<i>Drift</i>			
Startup	Percentage of span	At 5 min, 1 h and 4 h after power switched on	10.1
Long-term	Percentage of span	30 days at 90% of span	10.2
Accelerated operational life test	Percentage of span	100 000 cycles of amplitude equal 45% of the span. Measure lower range-value, zero, span and hysteresis	10.3

Table continued on page 51

Désignation	Informations devant figurer dans le rapport d'essai		Article ou paragraphe de référence
	Unités	Remarques	
<i>Qualité d'enregistrement</i>			
A long terme	Pas d'interruption. Changement de couleur du tracé. Constance de la largeur de la ligne	10 000 cycles à 50% de l'amplitude de l'intervalle de mesure crête/crête	11.1
Salissure	Papier endommagé — Interruption du tracé — Eclaboussures d'encre	24 h de fonctionnement avec un papier diagramme «peint»	11.2
Vitesse maximale	Pourcentage de l'intervalle de mesure/s	Signal de rampe de vitesse variable	11.3
Vitesse du papier diagramme	Minutes	Erreur au bout de 24 h	12.3
Parallaxe	Pourcentage de l'intervalle de mesure	10° par rapport à la position normale	12.4
Temps d'impression par point	Secondes		14.4
<i>Enregistreurs électriques</i>			
<i>Alimentation</i>			
Variations affectant l'alimentation principale	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	Neuf ensembles de mesure pour des variations de fréquence et de tension en courant alternatif et 3 ensembles pour le courant continu	9.1.1
Interruptions de courte durée	Pourcentage des valeurs de crête positives et négatives; temps de stabilisation	Trois interruptions au point de passage par zéro pour 1, 5, 10 et 25 cycles	9.1.2
Baisse de la tension d'alimentation	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie durée des phénomènes transitoires en sortie	Réduction à 75% de la tension d'alimentation pendant 5 s	9.1.3
Surtensions transitoires	Relevé de tout phénomène transitoire en sortie	Deux impulsions de 100% et 500% de la tension d'alimentation valeur efficace	9.1.4
<i>Perturbations électriques</i>			
Perturbations de mode commun	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	Applicables aux enregistreurs dont les bornes sont isolées par rapport à la terre. Une tension alternative de 250 V valeur efficace sera superposée à la fréquence du réseau, puis une tension continue positive et négative de 50 V	9.4.1
Perturbations de mode série	Pourcentage de l'intervalle 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	9.4.2
Mise à la terre	Relevé des phénomènes transitoires	Seulement dans le cas d'enregistreurs dont les bornes sont isolées	9.5

Suite du tableau page 52

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
<i>Recording quality</i>			
Long-term	Uninterrupted. Trace colour change. Constancy of line width	10 000 cycles at 50% span peak-to-peak amplitude	11.1
Smear	Paper damage Interruption of ink flow, blotching	24-h operation with "painted" chart	11.2
Maximum velocity	Percentage span/s	Ramp signal of varying vel- ocity	11.3
Chart speed	Minutes	Error in 24 h	12.3
Parallax	% span	10° from normal	12.4
Time per point	Seconds		14.4
<i>Electrically powered recorders</i>			
<i>Power supply</i>			
Mains variations	Percentage of output span	Nine sets of measurements for variations in a.c. voltage and frequency; 3 sets for d.c.	9.1.1
Short interruptions	Peak positive and negative % of output span; time to stabilize	Three repeated interruptions at crossover point of 1, 5, 10 and 25 cycles	9.1.2
Depression	Percentage of output span; duration of output transient	At 75% of nominal supply voltage for 5 s	9.1.3
Transient over-voltage	Record any output transients	Two pulses of 100% and 500% of mains r.m.s. voltage	9.1.4
<i>Electrical interference</i>			
Common mode	Percentage of output span	For recorders 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 d.c. superim- posed on isolated terminals	9.4.1
Series mode	Percentage of output span	1 V, or less, at mains fre- quency and for 10% and 90% of output span	9.4.2
Earthing	Record transients	Only for recorders with iso- lated terminals	9.5

Table continued on page 53

Désignation	Informations devant figurer dans le rapport d'essai		Article ou paragraphe de référence
	Unités	Remarques	
Impédance de source	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	On fera varier la résistance du circuit d'entrée depuis la valeur minimale jusqu'à la valeur maximale spécifiée par le constructeur	9.6
Perturbations radio-électriques		Conformément aux spécifications du constructeur	9.7
Perturbations dues au champ magnétique	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	400 A/m à 10% et 90% de l'intervalle du signal de sortie	9.8
Consommation d'énergie	Watts et volt-ampères maximaux	A la tension d'alimentation maximale et pour la fréquence minimale spécifiée par le constructeur	12.2.1
Circuit d'entrée ouvert et entrée en court-circuit	Temps de stabilisation	Coupe de chaque circuit d'entrée puis mise en court-circuit de toutes les connexions	13
<i>Enregistreurs pneumatiques</i>			
Variations de l'alimentation	Pourcentage de l'intervalle du signal de sortie	On fera varier la pression d'alimentation nominale de référence de $\pm 10\%$ pour une sortie à 100% de l'intervalle de mesure	9.2
Consommation d'énergie	m ³ /h	On relèvera la consommation d'énergie pour une entrée réglée au minimum puis consommation maximale de puissance	12.2.2
<i>Comportement dynamique</i>			
Réponse à un échelon	Relevé du temps de réponse pour 1% de l'intervalle de mesure de sortie de la valeur finale	Les échelons d'entrée doivent correspondre à 80% et à 10% de l'intervalle de mesure de sortie	14.2
Analyse harmonique	Se reporter à la figure 4, page 56	On appliquera une amplitude crête à crête de 20% de l'intervalle de mesure d'entrée aux fréquences nécessaires pour faire varier le gain de 1 à 0,5	14.3

Designation	Information to be reported		Refer to Clause or Sub-clause
	Units	Remarks	
Source impedance	Percentage of output span	Vary input circuit resistance from minimum to maximum values specified by manufacturer	9.6
Radio interference		As specified by manufacturer	9.7
Magnetic field interference	Percentage of output span	400 A/m at 10% and 90% of output span	9.8
Power consumption	Maximum watts and volt-amperes	At maximum supply voltage and minimum frequency specified by manufacturer	12.2.1
Open-circuited and short-circuited input	Time to stabilize	Interrupt each connection and then short together	13
<i>Pneumatic recorders</i>			
Supply variations	Percentage of output span	Nominal reference supply pressure varied $\pm 10\%$ with output at 100% of span	9.2
Power consumption	m ³ /h	Recorded for minimum and maximum input and maximum power consumption	12.2.2
<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	14.2
Frequency response	See Figure 4, page 57	Apply peak-to-peak amplitude of 20% of input span at frequencies necessary to vary dynamic gain from 1 to 0.5	14.3

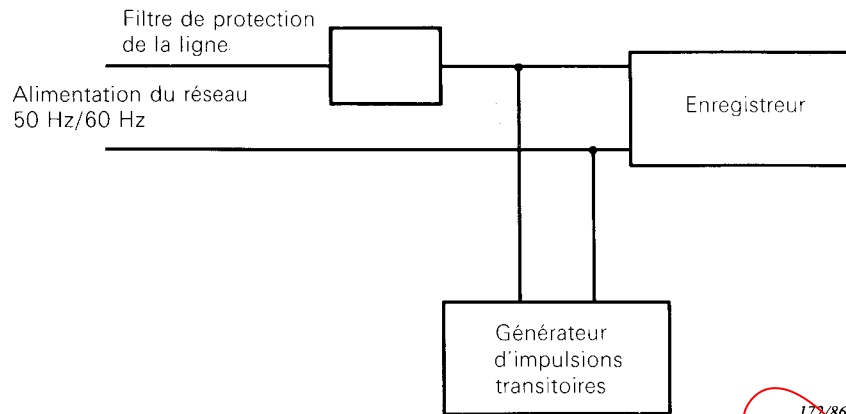


FIG. 1. — Surtensions transitoires affectant l'alimentation — Diagramme schématique.

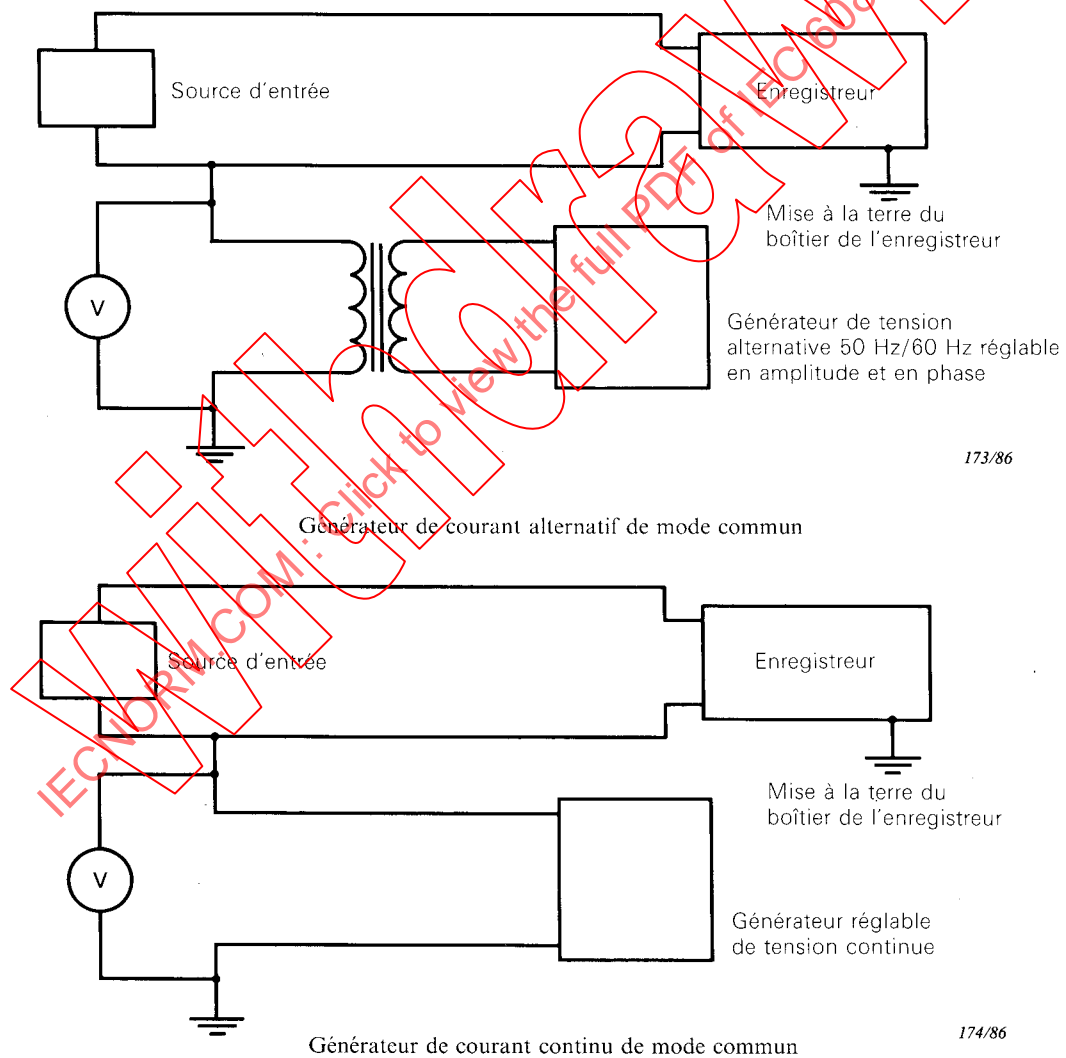


FIG. 2. — Perturbations de mode commun.

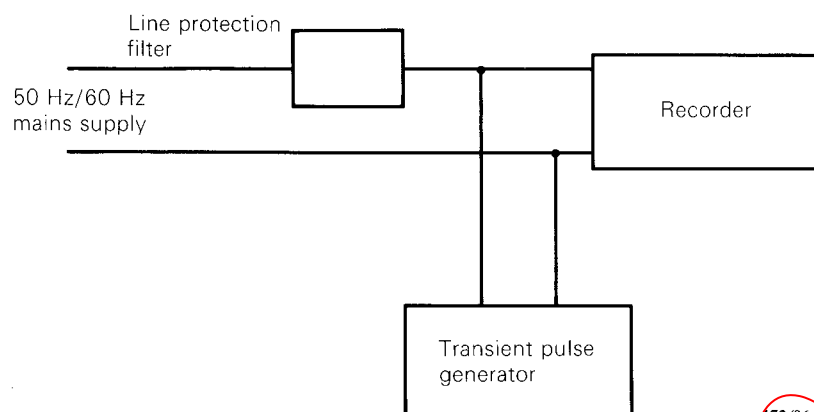


FIG. 1. — Power supply transient overvoltages — Schematic diagram.

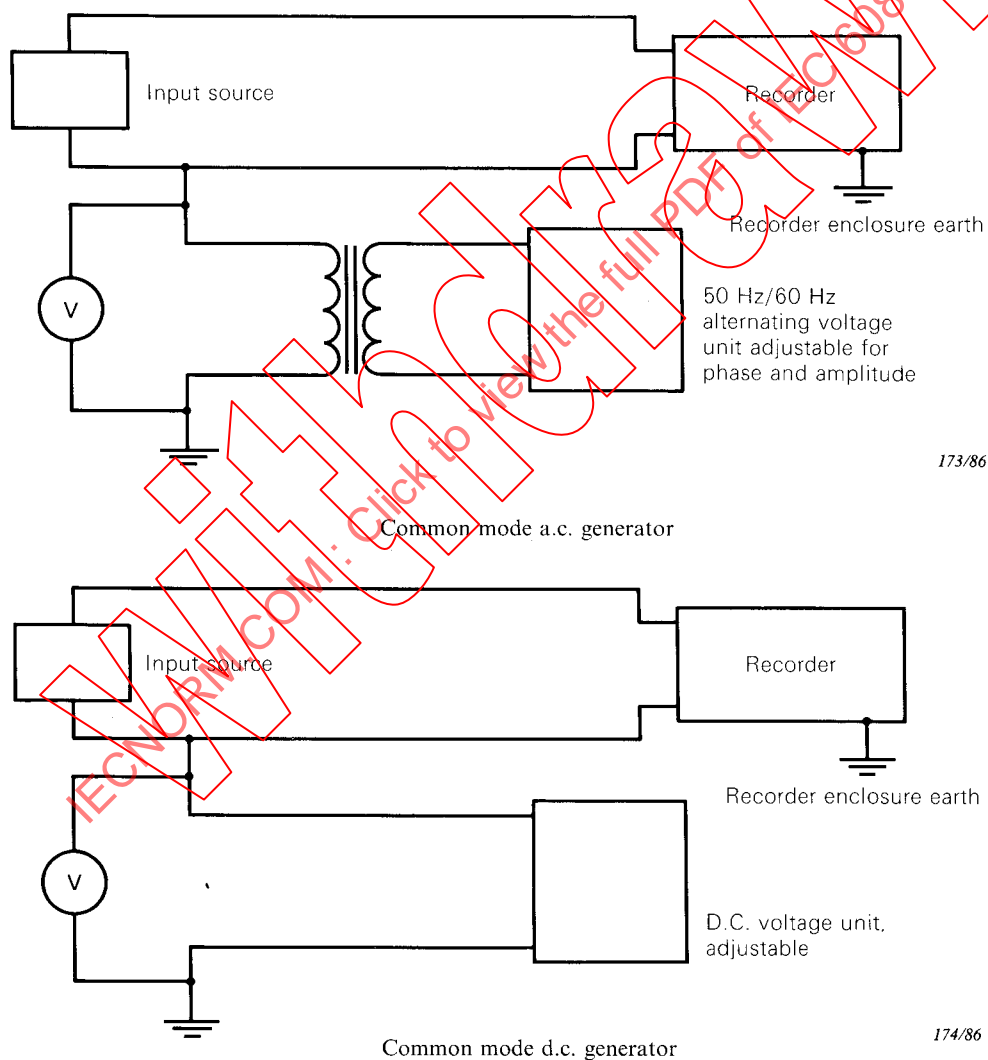


FIG. 2. — Common mode interference.