

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Process measurement and control devices – General methods and procedures
for evaluating performance –
Part 2: Tests under reference conditions**

**Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures
générales d'évaluation des performances –
Partie 2: Essais dans les conditions de référence**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

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



IEC 61298-2

Edition 2.0 2008-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Process measurement and control devices – General methods and procedures
for evaluating performance –
Part 2: Tests under reference conditions**

**Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures
générales d'évaluation des performances –
Partie 2: Essais dans les conditions de référence**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 25.040.40

ISBN 2-8318-1003-1

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	7
4 Accuracy related factors.....	10
4.1 Test procedures and precautions.....	10
4.1.1 Selection of ranges for test.....	10
4.1.2 Preconditioning cycles.....	11
4.1.3 Number of measurement cycles and test points.....	11
4.1.4 Additional tests where digital inputs and outputs are provided.....	11
4.1.5 Measurement procedure.....	11
4.1.6 Processing of the measured values.....	12
4.1.7 Determination of accuracy related factors.....	12
4.1.8 Presentation of the results.....	16
4.2 Specific testing procedures and precautions for the determination of dead band.....	16
4.2.1 Selection of ranges for test and preconditioning.....	16
4.2.2 Measurement procedure.....	16
4.2.3 Presentation of the results.....	17
5 Dynamic behaviour.....	17
5.1 General considerations.....	17
5.2 General testing procedures and precautions.....	17
5.3 Frequency response.....	17
5.4 Step response.....	18
6 Functional characteristic.....	18
6.1 General.....	18
6.2 Input resistance of an electrical device.....	18
6.3 Insulation of electrical devices.....	21
6.3.1 General considerations.....	21
6.3.2 Insulation resistance.....	21
6.3.3 Dielectric strength.....	22
6.4 Power consumption.....	22
6.4.1 Electrical power consumption.....	22
6.4.2 Air consumption.....	22
6.5 Output ripple of a device with an electrical d.c. output.....	23
6.6 Air flow characteristics of a pneumatic device.....	23
6.6.1 Initial setting up.....	23
6.6.2 Delivered flow Q_1	23
6.6.3 Exhausted flow Q_2	24
6.6.4 Data presentation.....	24
6.7 Limits of adjustments of lower range value and span.....	25
6.8 Switching differential.....	25
7 Drift.....	25
7.1 Start-up drift.....	25
7.2 Long-term drift.....	25

Figure 1 – Error curves	15
Figure 2 – Two examples of frequency response	19
Figure 3 – Two examples of responses to a step input.....	20
Figure 4 – Test set-up for input resistance	21
Figure 5 – Test arrangement for measurement of airflow characteristics	23
Figure 6 – Typical air flow characteristics	24
Table 1 – Settings of span and lower range value adjustments	11
Table 2 – Number of measurement cycles and number and location of test points	12
Table 3 – Typical table of device errors	14
Table 4 – Dielectric strength test voltages	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES –
GENERAL METHODS AND PROCEDURES
FOR EVALUATING PERFORMANCE –****Part 2: Tests under reference conditions**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61298-2 has been prepared by subcommittee 65B: Devices and process analysis, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1995 and constitutes a technical revision.

This edition is a general revision with respect to the previous edition and does not include any significant changes (see Introduction).

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

FDIS	Report on voting
65B/686/FDIS	65B/694/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61298 series, under the general title *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This standard is not intended as a substitute for existing standards, but is rather intended as a reference document for any future standards developed within the IEC or other standards organizations, concerning the evaluation of process instrumentation. Any revision of existing standards should take this standard into account.

This common standardized basis should be utilised for the preparation of future relevant standards, as follows:

- any test method or procedure, already treated in this standard, should be specified and described in the new standard by referring to the corresponding clause of this standard. Consequently new editions of this standard are revised without any change in numbering and scope of each clause;
- any particular method or procedure, not covered by this standard, should be developed and specified in the new standard in accordance with the criteria, as far as they are applicable, stated in this standard;
- any conceptual or significant deviation from the content of this standard, should be clearly identified and justified if introduced in a new standard.

PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES – GENERAL METHODS AND PROCEDURES FOR EVALUATING PERFORMANCE –

Part 2: Tests under reference conditions

1 Scope

This part of IEC 61298 specifies general methods and procedures for conducting tests and reporting on the functional and performance characteristics of process measurement and control devices. The tests are applicable to any such devices characterized by their own specific input and output variables, and by the specific relationship (transfer function) between the inputs and outputs, and include analogue and digital devices. For devices that require special tests, this standard should be used, together with any product specific standard specifying special tests.

This standard covers tests made under reference conditions.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-300, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Electrical and electronic measurements and measuring instruments (composed of Part 311, 312, 313 and 314)*

IEC 60050-351, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 351 : Control technology*

IEC 61298-1, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 1: General considerations*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the following relevant terms and definitions, some of them based on IEC 60050(300) or IEC 60050(351), apply.

3.1

variable

quantity or condition whose value is subject to change and can usually be measured (e.g., temperature, flow rate, speed, signal, etc.)

[IEV 351-21-01, modified]

3.2

signal

physical quantity, one or more parameters of which carry information about one or more variables which the signal represents

[IEV 351-21-51, modified]

3.3

range

range of values defined by the two extreme values within which a variable can be measured within the specified accuracy

[IEV 351-27-11, modified]

3.4

span

algebraic difference between the values of the upper and lower limits of the measuring range

[IEV 311-03-13]

3.5

inaccuracy

maximum positive and negative deviation from the specified characteristic curve observed in testing a device under specified conditions and by a specified procedure

NOTE 1 Accuracy is defined in IEC 60050-300, definition 311-06-08.

NOTE 2 The term inaccuracy is sometime referred to as measured accuracy. This term should not be used.

3.6

error

algebraic difference between the indicated value and a comparison value of the measured variable

[IEV 351-27-04, modified]

NOTE The error is positive when the indicated value is greater than the comparison value. The error is generally expressed as a percentage of the relevant ideal span.

3.7

measured error

largest positive or negative value of errors of the average upscale or downscale values at each point of measurement

3.8

non-conformity

the closeness with which a calibration curve approximates to a specified characteristic curve (which can be linear, logarithmic, parabolic, etc.)

NOTE Non-conformity does not include hysteresis.

3.9

non-linearity

deviation from linearity

NOTE 1 Linearity is defined in IEC 60050(300), definition 311-06-05.

NOTE 2 Non-linearity does not include hysteresis.

3.10

non-repeatability

deviation from repeatability

NOTE Repeatability is defined in IEC 60050(300), definition 311-06-06.

3.11

hysteresis

property of a device or instrument whereby it gives different output values in relation to its input values depending on the directional sequence in which the input values have been applied

[IEV 351-24-15, modified]

3.12**dead band**

finite range of values within which a variation of the input variable does not produce any measurable change in the output variable

[IEV 351-24-14, modified]

3.13**dead-time**

time interval between the instant when a variation of an input variable is produced, and the instant when the subsequent variation of the output variable starts

[IEV 351-28-41]

(see IEC 60050-351, Figure 5)

3.14**rise time**

for a step response, the duration of the time interval between the instant when the output variable (starting from zero) reaches a small specified percentage (for instance 10 %) of the final steady-state value, and the instant when it reaches for the first time a large specified percentage (for instance 90 %) of the same difference

[IEV 394-39-11, modified]

(see IEC 60050-351, Figure 3)

3.15**settling time**

time interval between the instant of the step change of an input variable, and the instant when the output variable does not deviate by more than a specified tolerance from its final steady state value (see IEC 60050-351, Figure 3). For this standard, a tolerance of 1 % is adopted

[IEV 351-24-29]

3.16**step response time**

time interval between the instant of a step change in the input variable and the instant when the output variable reaches for the first time a specified percentage of the difference between the final and the initial steady state value (see IEC 60050-351, Figure 3). For this standard, a specified percentage of 90 % is adopted

[IEV 351-24-28]

3.17**time constant**

time required to complete 63,2 % of the total change of the output of a first-order linear system, produced by a step variation of the input variable

[IEV 351-24-24]

3.18**test procedure**

statement of the tests to be carried out, and the conditions for each test, agreed between the manufacturer, the test laboratory, and the purchaser/user before the evaluation starts

3.19**type tests**

a test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications

NOTE The type tests are in principle applied only on a sample. Normally are not repeated on all the individual units of equipment made in series.

3.20

performance evaluation

a complete test to establish the performance of a device under any likely operating conditions to permit comparison with the manufacturer's published or stated performance specification for the device, or the user's requirements

3.21

routine test

a simplified test to which each individual instrument is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

3.22

sample test

a simplified test to check specific characteristics of a device

4 Accuracy related factors

4.1 Test procedures and precautions

4.1.1 Selection of ranges for test

Where there are switched ranges or dial settings (e.g., gain), the tests shall be repeated to cover all ranges or settings. When the Device Under Test (DUT) is supplied calibrated for use, the first set of tests shall be carried out without adjustment.

4.1.1.1 Criteria

The measurements shall be performed with the devices operating at the minimum number of calibration settings necessary to establish the device performance in all required operational settings required by the test programme (see Clause 5 of IEC 61298-1).

Testing of a device which has provision for substantial adjustment of both span and lower range value may require an impractically large number of tests. In such a case, preliminary tests shall be conducted to determine the effect of changing span and lower range value adjustments on the characteristic being measured. This should enable some tests to be eliminated from the test programme in cases where the characteristic can be inferred reliably from fewer tests. For example, hysteresis may not be significantly affected by selection of the lower and upper range value if the span is held constant, and often may be inferred for different spans from measurements at a single span setting.

However, the report shall indicate clearly relevant values of the measured parameters for each setting of the adjustments, so that the values of inaccuracy, hysteresis, etc, can all be referenced to the same adjustment of the device.

4.1.1.2 Setting of span and lower range value adjustments

Generally, unless otherwise specified in the test programme, the test for accuracy related factors shall be carried out with the adjustments set at the settings A, B, C, D, listed below, and in accordance with Table 1 whenever the span and/or the lower range value adjustments are adjustable further than the adjustments for the manufacturing tolerances.

NOTE For tests of dynamic behaviour, functional characteristics, and drift, refer to the appropriate clauses of this standard.

Table 1 – Settings of span and lower range value adjustments

Kind of test		Adjustable span	Zero suppression and/or elevation
Complete Tests	Performance evaluation	A	B
	Type test		
Simplified Tests	Routine tests	C	D
	Sample test		

Setting A – Span adjustment set at the maximum and minimum values specified by the manufacturer, and at one intermediate value.

Setting B – Normally, tests will be done at only one setting of lower range value, without suppression or elevation, but further tests at minimum and maximum settings may be required if the effects are significant.

Setting C – Unless otherwise specified in the test programme, the span shall be as set by the manufacturer.

Setting D – Unless otherwise specified in the test programme, the lower range value shall be as set by the manufacturer.

4.1.2 Preconditioning cycles

Prior to recording observations, the DUT shall be preconditioned (see 7.12 of IEC 61298-1) and shall be exercised by three full range traverses in each direction.

4.1.3 Number of measurement cycles and test points

The performance of the DUT shall be verified over the full range for increasing and decreasing values.

Taking into account the economic aspects outlined in 5.2 of IEC 61298-1, the number of measurement cycles and of test points shall be the lowest possible. The number and location of the test points shall be consistent with the kind of test, the degree of accuracy desired, and the characteristic being evaluated.

The number of increasing and decreasing test points shall be the same for each pre-determined test point, with the exception of 0 % and 100 %, that are reached only when going downscale or upscale.

The number of measurement cycles and the number of the test points depend on the kind of test under consideration. Unless otherwise specified for a particular type of device, the values and locations that should be adopted are given in Table 2.

4.1.4 Additional tests where digital inputs and outputs are provided

Tests shall be made to ensure that the protocols comply with international standards (e.g., RS 232, IEEE 488) or the protocols fully specified by the DUT supplier. Tests shall be carried out to confirm that the DUT functions correctly to the specified protocol under reference conditions, and without error (or within any error rate specified by the supplier). The levels of logical "1" and "0" shall be determined. Appropriate tests shall also be made for display errors (missing digit sections, etc.), brightness, contrast, and angle of view before loss of brightness/contrast. The update rate shall be recorded, together with display (accuracy) errors.

4.1.5 Measurement procedure

The first measurement shall be performed to the first significant value of the scale after 0 % of input span (e.g., 10 % of input span – see Table 2).

Initially, an input signal equal to the lower range value is generated, and then the input signal is slowly increased to reach, without overshoot, the first test point; after an adequate stabilization period, the value of the corresponding input and output signal is noted.

Then the input signal is slowly increased to reach, without overshoot, the value of the next test point and, after a stabilization period, the corresponding value of the output signal is recorded.

The operation is repeated for all the predetermined values up to 100 % of the input span. After measurement at this point, the input signal is slowly brought down to the test value directly below 100 % of input span, and then to all the other values in turn down to 0 % of input span, thus closing the measurement cycle.

Table 2 – Number of measurement cycles and number and location of test points

Kind of test		Number of measurement cycles	Number of test points	Location of test points (% of input span)
Complete Tests	Performance evaluation	3 or 5	6	0-20-40-60-80-100
	Type tests		11	0-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100
Simplified Tests	Routine tests	1	5	0-25-50-75-100
	Sample tests			

4.1.6 Processing of the measured values

The difference between the output signal values obtained at the various test points for each upscale and downscale traverse and the corresponding ideal values are recorded as the output errors.

The errors generally shall be expressed as percent of the ideal output span. On certain devices (e.g., recorders, or devices with adjustable gain), it may be more convenient to express the errors as percent of nominal input span (see 7.16 of IEC 61298-1).

For each measuring point, the readings obtained in successive cycles for upscale and downscale error, respectively, shall be averaged to give average upscale and downscale values, and these averaged to give the average value at that point.

All the error values thus obtained shall be shown in a table (see Table 3), and the average values shall be presented graphically (see Figure 1).

4.1.7 Determination of accuracy related factors

Because of the limited number of measurements (see 4.1.3), the accuracy related factors shall be determined by treating the errors in a mathematically simple way, and not on the basis of statistical methods. The different methods of treatment are described in the following clauses.

4.1.7.1 Inaccuracy

Inaccuracy is determined from Table 3 by selecting the greatest positive and negative deviations of any measured value from the ideal value for increasing and decreasing inputs for any test cycle separately, and reporting this in percent of ideal output span.

4.1.7.2 Maximum measured error

Maximum measured error is determined from table 3 by selecting the greatest positive or negative value from the average upscale errors and the average downscale errors.

4.1.7.3 Non-linearity

For devices that have a linear input/output relationship, the non-linearity is determined from the curve plotted using the overall average of corresponding upscale and downscale average errors (see Table 3 and Figure 1).

The maximum positive or negative deviation between the average curve and the selected straight line, expressed in percent of ideal output span, is the non-linearity, and is independent of dead band and hysteresis.

a) *Terminal based non-linearity*

Terminal based non-linearity is determined by drawing a straight line so that it coincides with the average calibration curve at the upper range value and at the lower range value.

NOTE Where calibrations in workshops and adjustments in the field are made, only terminal based non-linearity is of practical interest. Other expressions of non-linearity are sometimes used.

b) *Independent non-linearity*

Independent non-linearity is determined by drawing a straight line through the average curve in such a way as to minimize the maximum deviation. It is not necessary that the straight line be horizontal, or pass through the end points of the average calibration curve.

c) *Zero based non-linearity*

Zero based non-linearity is determined by drawing a straight line so that it coincides with the average calibration curve at the lower range value (zero), and minimizes the maximum deviation.

Table 3 – Typical table of device errors

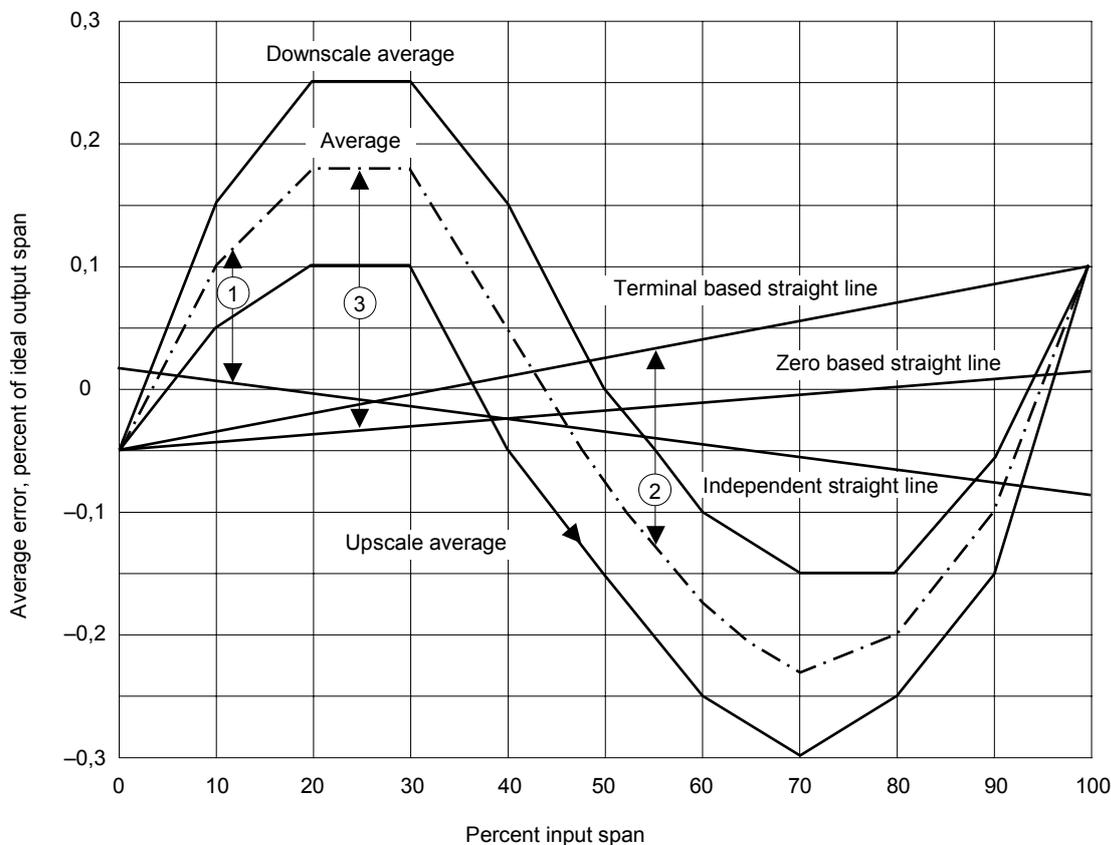
Input in % span	1 st cycle		2 nd cycle		3 rd cycle		Average of the cycles		Total average	
	Error (in % of ideal span)									
	Up actual	Down actual	Up actual	Down actual	Up actual	Down actual	Up actual	Down average	Average error	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0		-0,04		-0,05		+0,06		-0,05	-0,050	
10	+0,06	+0,14	+0,04	+0,15	+0,05	+0,16	+0,05	+0,15	+0,100	
20	+0,13	+0,23	+0,08	+0,26	+0,09	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175	
30	+0,11	+0,24	+0,09	+0,25	+0,10	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175	
40	-0,04	+0,13	-0,07	+0,15	-0,04	+0,17	-0,05	+0,15	+0,050	
50	-0,18	-0,02	-0,16	+0,01	-0,13	+0,01	-0,15	0,00	-0,075	
60	-0,27	-0,12	-0,25	-0,10	-0,23	-0,08	-0,025	-0,10	-0,175	
70	-0,32	-0,17	-0,30	-0,16	-0,28	-0,12	-0,30	-0,15	-0,225	
80	-0,27	-0,17	-0,26	-0,15	-0,22	-0,13	-0,25	-0,15	-0,200	
90	-0,16	-0,06	-0,15	-0,05	-0,14	-0,04	-0,15	-0,05	-0,100	
100	+0,09		+0,11		+0,10		+0,10		+0,100	

Non-repeatability = +0,05 %

Hysteresis = +0,22 %
= hysteresis error + dead band

Inaccuracy = -0,32 % +0,26 %

Maximum measured error = -0,30 %



- ① Independent non-linearity = $\pm 0,2 \%$
- ② Terminal based non-linearity = $-0,28 \%$ and at $\pm 0,28 \%$
- ③ Zero based non-linearity = $\pm 0,22 \%$

IEC 1711/08

Figure 1 – Error curves

4.1.7.4 Non-conformity

The term non-conformity (terminal based non-conformity, independent non-conformity, and zero based non-conformity) should be used for devices which have a non-linear input-output relationship (e.g., logarithmic, square root, etc.).

The non-conformity is determined and presented using the same procedures as for non-linearity.

4.1.7.5 Hysteresis

Hysteresis is determined directly from the deviation values shown in Table 3, and it is the difference between consecutive upscale and downscale outputs for any single test cycle at the same test point.

The maximum value observed from all the test cycles is reported as "hysteresis", and shall be expressed as percent of the ideal output span. If required, hysteresis error may be determined by subtracting the value of dead band from the corresponding value of hysteresis for a given measured point; its maximum value may be reported, as "hysteresis error", in percent of the ideal output span.

NOTE Dead band may be determined by a conventional dead band test as described in 4.2.2.

4.1.7.6 Non-repeatability

The non-repeatability is the algebraic difference between the extreme values obtained by a number of consecutive measurements of the output over a short period of time, for the same value of the input, under the same operating conditions, approaching from the same direction, for full range traverses.

Non-repeatability is usually expressed in percentage of ideal output span, and does not include hysteresis.

Non-repeatability is determined directly from Table 3. Observe the maximum difference in percent of the ideal output span, between all values of output for any single input value, considering upscale and downscale curves separately. The maximum value from either upscale or downscale value is reported as non-repeatability.

4.1.8 Presentation of the results

The results of measurements made during the tests shall be presented in the report by including figures corresponding to Table 3 and Figure 1. These figures shall be included in the test report.

The values of inaccuracy, or measured error, or non-conformity, hysteresis, and non-repeatability shall be determined in accordance with 4.1.7, and tabulated in the test report.

The corresponding values of the accuracy related factors specified by the manufacturer shall be tabulated alongside the values determined from the tests.

Note that the accuracy related terms may be stated by the manufacturer either as:

- the inaccuracy (which includes hysteresis and non-repeatability) and the hysteresis; or
- the measured error (which includes hysteresis) and the hysteresis; or
- the non-linearity/non-conformity (which does not include hysteresis), the hysteresis and the dead band.

4.2 Specific testing procedures and precautions for the determination of dead band

4.2.1 Selection of ranges for test and preconditioning

Dead band is measured by using the same ranges and preconditioning as for the determination of accuracy related factors in 4.1.1 (Table 1) and 4.1.2.

4.2.2 Measurement procedure

Unless the dead band is known to be insignificant, it shall be measured as follows. Dead band shall be measured three times at each of three test points at 10 %, 50 % and 90 % of span, by proceeding as follows:

- a) slowly increase the input variable to the DUT until a detectable output change is observed;
- b) note the input value;
- c) slowly decrease the input until a detectable output change is observed;
- d) note the input value.

It shall be necessary to observe and record the output values at least three times, and preferably five times, over full range traverses in each direction. The increment through which the input signal is varied (difference between b) and d) above) is the dead band at this point.

4.2.3 Presentation of the results

The maximum value of dead band at each test point, shall be tabulated, in percent of ideal input span, in the test report.

The maximum overall value shall be reported as the dead band of the DUT.

If the dead band value is specified by the manufacturer, this value shall be reported beside the value determined in the test.

5 Dynamic behaviour

5.1 General considerations

The objective of this part of the standard is to give data that will characterize dynamic performance of the DUTs in a uniform, comparable manner.

For the purposes of this standard, sine wave and step input signals may be used for dynamic response tests, as required.

Sine wave test data are most generally useful for mathematical analysis, for graphical solution of control problems, and for characterization of dynamic performance of linear systems.

Step tests permit the measurement of the dead time, and give a qualitative evaluation of the non-linearity of the DUT.

In order to arrive at a practical number of tests, in accordance with 5.2 of IEC 61298-1, for the majority of equipment, only one value of output load and a minimum number of input signal configurations need be adopted.

It is realized that the data from the specified step and sine wave tests will not suffice to describe completely non-linearities of the DUT. However, this standard is intended to give comparable data useful to identify the dynamic behaviour of simple devices, and to give qualitative indications for the more complex ones. In special cases, more detailed testing may be specified in the test programme.

NOTE The specified output loads and the levels of input signals are sufficient to give valid data for the most usual test requirements, and qualitative indications on the effect of unusual large, changing signals.

5.2 General testing procedures and precautions

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 adjustable functions (e.g., filters, dampers) provided to modify the dynamic behaviour of the DUT, tests shall be carried out with these adjustments set to have first their minimum and then, if required, their maximum effects.

For tests to assess the dynamic behaviour of devices with an electrical output, a realistic load on the electrical output may be simulated by the connection of a 0,1 μF capacitor across the resistive load, unless some other value is specified in the test programme.

5.3 Frequency response

A sinusoidal signal shall be applied by a function generator to the input of the DUT.

The peak-to-peak amplitude of the sinusoidal signal should not exceed 20 % of span, but shall be sufficient to allow a valid measurement without causing distortion or saturation of the output.

The frequency of the input signal shall be increased in increments, from an initial value low enough to determine the static gain, to a higher frequency at which the output is attenuated to less than 10 % of its initial amplitude, or at which the phase lag will be 300°.

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

The results of these tests shall be presented graphically in the following form (see Figure 2):

- the gain and the phase lag shall be plotted against frequency on a logarithmic scale.

From the graphs, the following values shall be obtained:

- a) the frequency at which the relative gain is 0,7;
- b) the frequency at which the phase lag is 45°;
- c) the frequency at which the phase lag is 90°;
- d) the maximum relative gain, and the corresponding frequency and phase angle.

5.4 Step response

A series of step changes shall be applied to the input of the DUT. The rise time of the step input shall be small compared with response time of the DUT.

Input step and output response shall be recorded together.

The following input steps shall be applied:

- a step corresponding to 80 % of output span, giving an output change from 10 % to 90 %, then another from 90 % to 10 %;
- steps, corresponding to 10 % output span, giving output changes up and down as follows:
5 % to 15 %; 45 % to 55 %; and 85 % to 95 %.

The time for the output to reach and remain within 1 % of output span of its final steady value (settling time) shall be measured for each test condition. The amount of dead time and transient overshoot, if any, shall be stated (see Figure 3).

NOTE Measurement of step response time, or time constant, may also be useful.

6 Functional characteristic

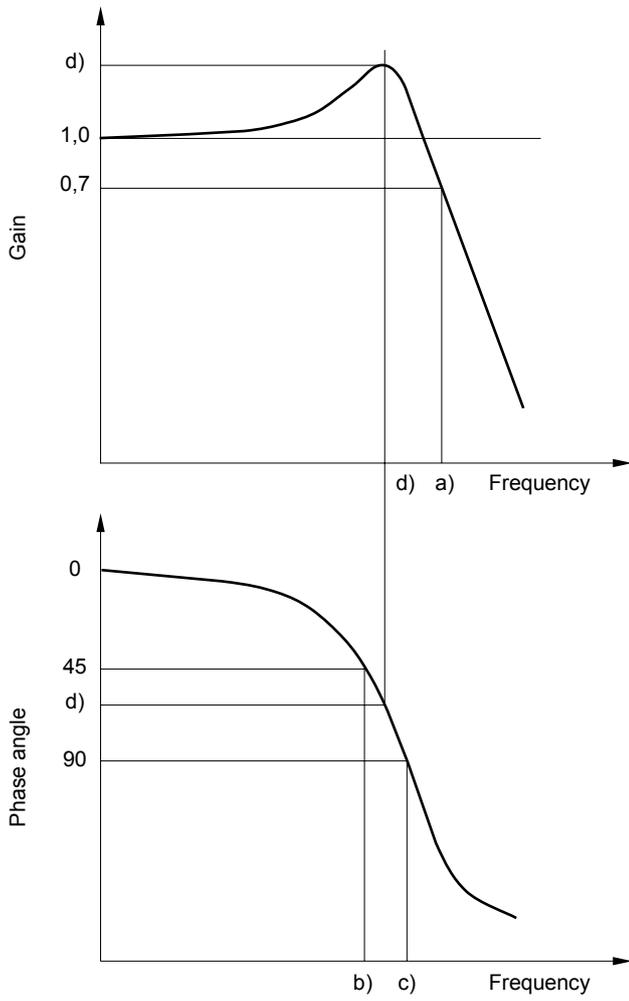
6.1 General

Only some of these tests require that the DUT is powered. These tests shall be carried out with the gain 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. Further particular settings shall be defined for each test.

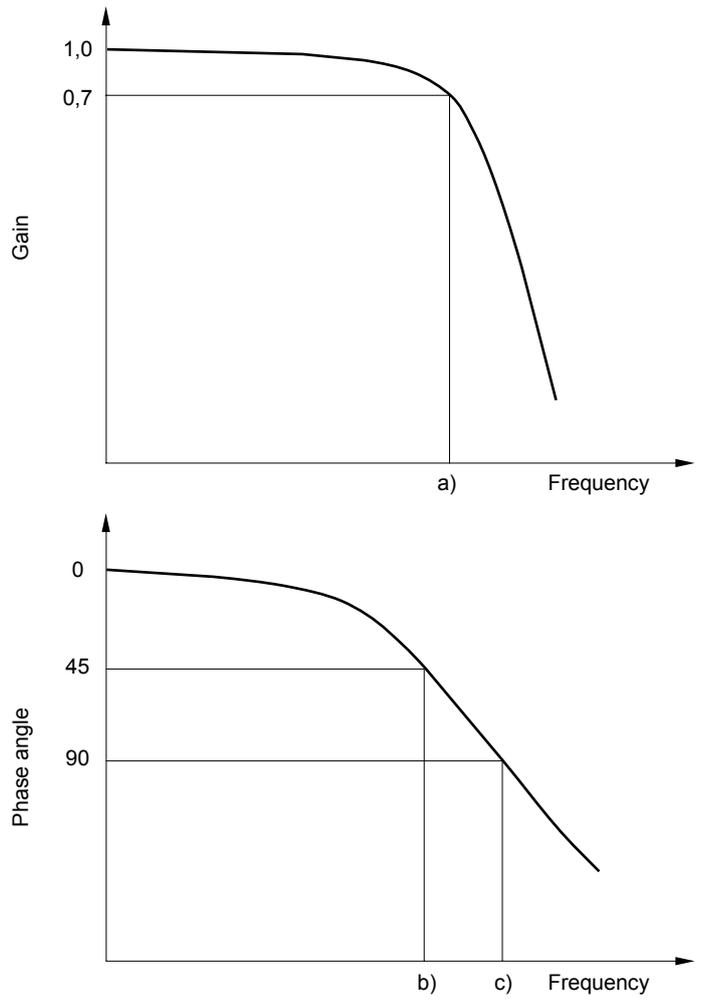
6.2 Input resistance of an electrical device

This test, applicable to voltage or current input devices, is to determine the effective resistance presented to d.c. input signals at the input terminals of the device.

The test is performed at 100 % input level, using the test setup shown in Figure 4.

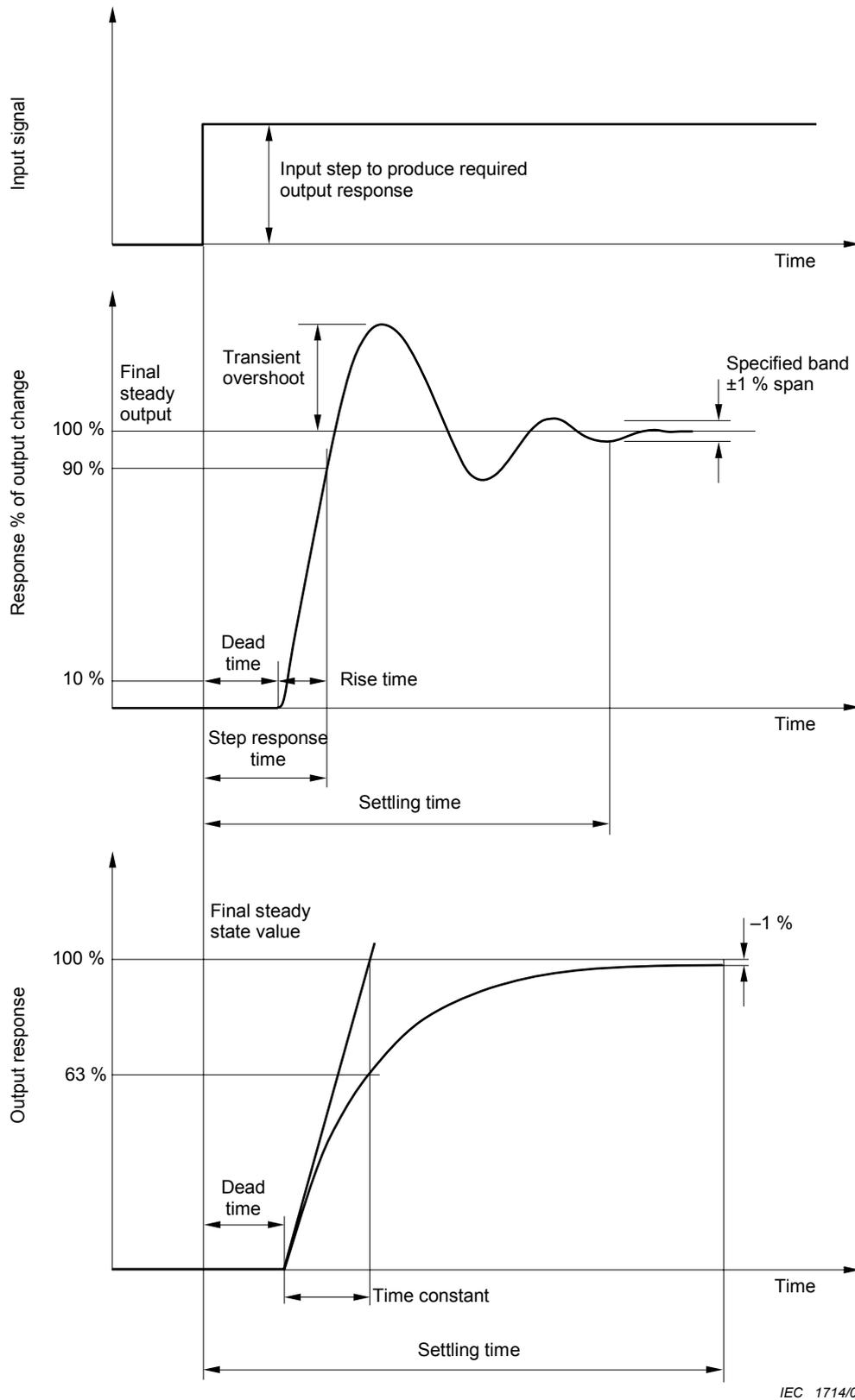


IEC 1712/08



IEC 1713/08

Figure 2 – Two examples of frequency response



IEC 1714/08

Figure 3 – Two examples of responses to a step input

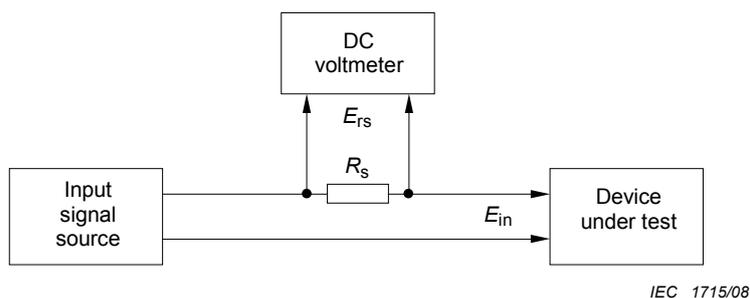


Figure 4 – Test set-up for input resistance

The test is carried out using a resistance which is placed in series with the input circuit of the device. Measurements of the voltage input signal and of the voltage drop across this series resistance shall be made, the actual value of its resistance shall then be measured, and the input resistance calculated from the formula:

$$R_{in} = E_{in} (R_s / E_{rs})$$

where

R_{in} is the input resistance, in ohms;

R_s is the series resistance, in ohms;

E_{in} is the voltage input signal of the DUT, in volts;

E_{rs} is the voltage drop across the series resistance, in volts.

6.3 Insulation of electrical devices

6.3.1 General considerations

These tests are simple electrical safety checks. Their inclusion is not intended as a formal assessment of the safety of the equipment, nor are the required test results intended as a design specification. For a full consideration of the safety aspects of the design of equipment, reference should be made to IEC 61010-1. The tests determine the degree of insulation of the circuits from the enclosure of the device, and its inherent safety when subjected to relatively high voltages between circuits and enclosure.

The insulation of the device shall be adequate to give a sufficient dielectric strength to prevent breakdown, and a sufficient dielectric resistance to prevent excessive leakage currents, or thermal breakdown.

Before type tests on insulation are performed, the device shall be stored for 4 h in a dry chamber with a temperature of 32 °C to 38 °C (for a tropicalized device, 42 °C to 48 °C) followed by a 24 h storage at the same temperature, but with a relative humidity of 90 % to 95 %; this humidity should be maintained during the subsequent tests. Tests shall be performed under these conditions of high relative humidity.

6.3.2 Insulation resistance

The DUT shall be set up for normal operation. The insulation resistance of each input and output circuit shall be measured if it is insulated from earth. The test shall be carried out on the unpowered DUT by applying the d.c. test voltage between the short-circuited input, output, or power supply terminals in turn and the enclosure connected to ground.

To avoid voltage surge, the applied test voltage shall be raised to its full value gradually, and, upon completion of the test period, shall then be reduced gradually. Unless otherwise agreed, the nominal d.c. test voltage shall be 500 V.

After application of the full test voltage for at least 30 s, the value of insulation resistance shall be reported.

6.3.3 Dielectric strength

The r.m.s. value of test voltage shall be determined by reference to the value of the rated voltage (or insulation voltage) of the DUT and safety class (I to II) specified by the manufacturer (see Table 4). With the DUT unpowered, and the case (if any) fitted, the test voltage shall be applied, between the input, output, and power supply terminals in turn and earth. During every test, the case and terminals not directly involved shall be connected together and earthed.

The test voltage shall be a substantially sinusoidal alternating voltage with a frequency between 45 Hz and 65 Hz (mains frequency).

Table 4 – Dielectric strength test voltages

Safety class	Rated voltage or isolation voltage d.c. or a.c. r.m.s. V	Test voltage a.c. r.m.s. kV
I	<60 60-250	0,50 1,50
II	<60 60-250	0,75 3,00

The test voltage shall be raised gradually to its specified value, and by using such steps that no appreciable transients occur, and shall then be maintained at the specified level for 1 min.

During the test, no breakdown or flashover shall occur.

6.4 Power consumption

6.4.1 Electrical power consumption

This test shall be conducted at the input and load conditions which produce the maximum power consumption of the DUT.

If the power is a.c., the voltamperes consumed shall be measured, taking into account measurements of effective (r.m.s.) values. The measurement shall be made at the nominal voltage and frequency, and at the maximum voltage and minimum frequency specified by the manufacturer for the supply.

If the power is d.c., the watts consumed shall be measured at nominal supply voltage.

6.4.2 Air consumption

This test is made by measuring the air consumption of the DUT at steady-state input conditions, with the output connected to a sealed container to ensure no air flow from the output.

The air consumption shall be measured, and recorded at the input level which produces the maximum consumption, at nominal supply pressure.

The consumption shall be recorded in m³/h (at reference conditions; see 6.1 of IEC 61298-1).

6.5 Output ripple of a device with an electrical d.c. output

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

6.6 Air flow characteristics of a pneumatic device

6.6.1 Initial setting up

The airflow characteristic is the relationship between the delivered/exhausted output airflow and the deviation of input (see Figure 6).

NOTE Generally, it is sufficient to measure the airflow characteristic at only one value of span (since a change of gain affects only the input scale and not the shape of the characteristic or the maximum airflow values), and at only one recommended value of supply pressure. If required, the maximum delivered/exhausted airflow values should also be measured at maximum and minimum specified supply pressures.

Means to feed and measure air into or out of the output line should be installed, as shown in Figure 5.

Ensure the piping arrangement does not affect the results. In particular, avoid long lengths and narrow bore of pipes, and ensure the flow capacity of the supply pressure regulator used in the test is larger than the maximum delivered flow of the DUT specified by the manufacturer.

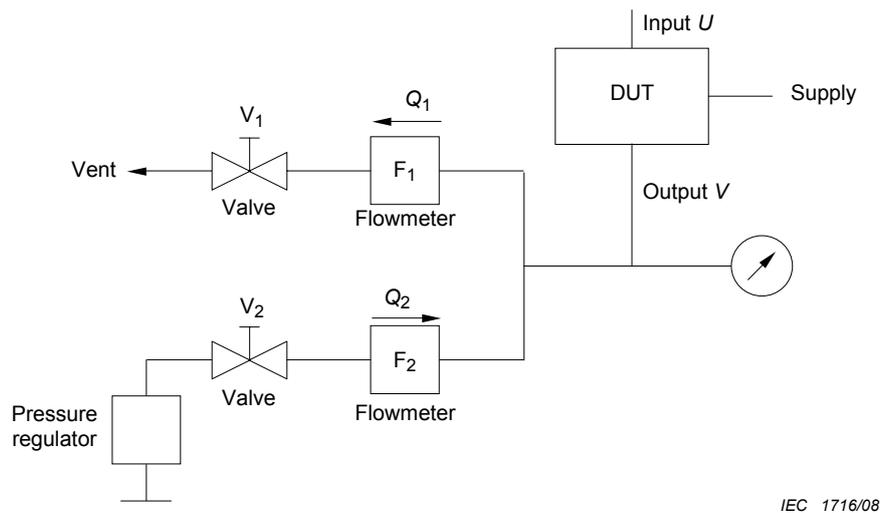


Figure 5 – Test arrangement for measurement of airflow characteristics

Close both valves V_1 and V_2 (see Figure 5). Make any necessary preliminary adjustments to the DUT, and secure them in position. Adjust the input signal until the output signal is balanced to 50 % of its span. Read the adjusted value of input signal as U_0 . If required, the test can be repeated at other output settings of 10 % and 90 %.

6.6.2 Delivered flow Q_1

Ensure that valve V_2 is closed.

Gradually open the valve V_1 in order to obtain a small delivered flow rate, x . Rebalance the output signal V to 50 % of its span by re-adjusting the input signal U , and record it as U_1 . Determine the deviation of the input signal as:

$$\Delta U_1 = U_1 - U_0$$

Proceed in the same way with increasing flow rates up to the maximum flow $Q_1 \text{ max.}$ in order to reveal any discontinuity in the deviation of the input signal ΔU . Reclose the valve V_1 .

The maximum delivered flow $Q_1 \text{ max.}$ is the maximum flow rate at which the output signal V can be rebalanced to its previous value of 50 %.

NOTE Increasing flow rates over this value will cause a lower output value, which cannot be rebalanced by further re-adjustment of input signal U .

6.6.3 Exhausted flow Q_2

Ensure that valve V_1 is closed.

Gradually open valve V_2 in order to feed a small exhausted flow rate of y into the DUT.

Follow the procedure in 6.6.2 to determine the deviation of the input signal U up to the maximum flow $Q_2 \text{ max.}$

The maximum exhausted flow $Q_2 \text{ max.}$ is the maximum flow rate at which the output signal V can be rebalanced to its previous value of 50 %.

NOTE Increasing flow rates over this value will cause a higher output value, which cannot be rebalanced by further re-adjustment of input signal U .

6.6.4 Data presentation

The data should be plotted as shown in Figure 6.

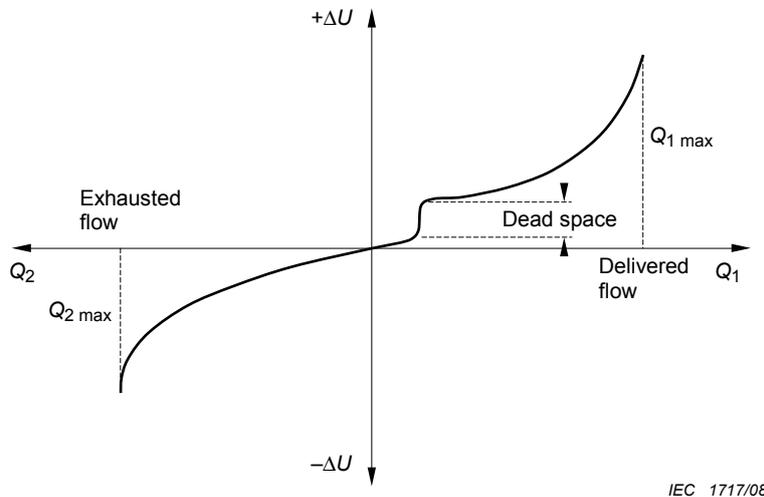


Figure 6 – Typical air flow characteristics

From the graph of results, the following are determined:

- a) maximum delivered flow ($Q_1 \text{ max.}$);
- b) deviation ΔU_1 when delivering lower flow rates;
- c) maximum exhausted flow ($Q_2 \text{ max.}$);
- d) deviation ΔU_2 when exhausting lower flow rates;
- e) the height of the output relay dead space as a percent of input U span, and the corresponding air flow rate (delivered or exhausted). The output relay dead space is the discontinuity in the flow characteristics in Figure 6.

The flow rate values should be reported for standard conditions (temperature and pressure) in m³/h. Report also the adjusted gain and supply pressure value.

6.7 Limits of adjustments of lower range value and span

Adjustments for lower range value and span are of two types: those designed to compensate for manufacturing tolerances, or other small deviations; and those designed to elevate, or suppress, the input signal range for its specified output range.

In some instances, the adjustments to compensate for manufacturing tolerances are made by the manufacturer, and, upon completion of the operation, the adjusting means are sealed by encapsulation. However, if the adjusting means are accessible, testing shall be conducted to determine the limits of adjustment. The test for lower range value and span adjustment limits should cover the four combinations of extreme settings of the lower range value and span adjustment.

If the DUT has a separate elevation or suppression adjustment, a test of this capability shall be performed in conjunction with the test of the lower range value adjustment of the DUT, i.e., the elevation/suppression adjustment is set at each of its extreme values in the direction which will be additive to the effect of each lower range value adjustment. This method gives the absolute lower range value adjustment capability of the DUT.

6.8 Switching differential

This test is to determine the difference between the value of input to just activate a switching action, and the value of input to just de-activate it (differential gap in IEC 60050-351, Figure 11).

The test is performed at least three set switching points: 10 %, 50 %, and 90 % of input span. The input signal is changed gradually until the switch turns on. The signal is reversed, and changed gradually until the switch is de-activated.

The algebraic difference between the two input levels is the switching differential gap and should be expressed in percent of ideal input span.

If the switch is equipped with adjustable dead band, the test is performed at minimum and maximum differential adjustment.

7 Drift

7.1 Start-up drift

This test should be carried out by measurement of the changes which occur in the output after energizing the DUT.

Prior to the test, the device is subjected to ambient environmental conditions, or as advised by the manufacturer, for a period of at least 12 h, but not energized. The span should be 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.

With a 90 % input signal applied to the device, it should be switched on, and the output monitored until the output stabilizes (for a maximum period of 4 h). The measurements obtained shall be recorded, and the start-up drift reported as the time for the output to reach and remain within the manufacturer's specified limits.

7.2 Long-term drift

The device shall be operated for 30 days and, where practical, a steady input signal

corresponding to 90 % of span shall be maintained. The span should be 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. For devices which have an intermittent or sample input, or for which it is not practical to maintain a constant test input signal (e.g., some types of analysers), an input corresponding to 90 % span shall be applied at least once each day. The input and output shall be measured, preferably each working day, and the output drift determined and 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. The measured data should be processed to determine a best fit straight line and verify if there is a drift in one direction or a random drift.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives.....	33
3 Termes et définitions	33
4 Facteurs liés à la précision	36
4.1 Procédures d'essai et précautions.....	36
4.1.1 Choix des étendues d'essai	36
4.1.2 Cycles de préconditionnement.....	37
4.1.3 Nombre de cycles de mesure et de points d'essai.....	37
4.1.4 Essais supplémentaires en cas d'entrées et sorties numériques	38
4.1.5 Procédure de mesure	38
4.1.6 Traitement des valeurs mesurées	38
4.1.7 Détermination des facteurs liés à la précision	39
4.1.8 Présentation des résultats	42
4.2 Procédure d'essai spécifique et précautions à prendre pour déterminer la zone d'insensibilité	42
4.2.1 Choix des étendues pour l'essai et le préconditionnement	42
4.2.2 Procédure de mesure	42
4.2.3 Présentation des résultats	43
5 Comportement dynamique.....	43
5.1 Considérations générales.....	43
5.2 Procédure générale d'essai et précautions	44
5.3 Réponse harmonique	44
5.4 Réponse à un échelon.....	44
6 Caractéristique fonctionnelle	45
6.1 Généralités.....	45
6.2 Résistance d'entrée des dispositifs électriques.....	45
6.3 Isolement des dispositifs électriques	48
6.3.1 Considérations générales	48
6.3.2 Résistance d'isolement.....	48
6.3.3 Rigidité diélectrique	49
6.4 Consommation	49
6.4.1 Consommation électrique	49
6.4.2 Consommation d'air.....	49
6.5 Ondulation de sortie d'un dispositif à sortie électrique en courant continu	50
6.6 Caractéristiques de débit d'air d'un dispositif pneumatique.....	50
6.6.1 Mise en place initiale	50
6.6.2 Mesure du débit fourni Q_1	51
6.6.3 Mesure du débit évacué Q_2	51
6.6.4 Présentation des données	51
6.7 Limites de réglage de la valeur inférieure de l'étendue et de l'intervalle.....	52
6.8 Différentiel de commutation	52
7 Dérive	53
7.1 Dérive au démarrage.....	53
7.2 Dérive à long terme	53

Figure 1 – Courbes d'erreur	41
Figure 2 – Deux exemples de réponse harmonique	46
Figure 3 – Deux exemples de réponse à une entrée variable par échelon	47
Figure 4 – Montage d'essai pour la mesure de la résistance d'entrée.....	48
Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la caractéristique de débit d'air	50
Figure 6 – Caractéristique typique de débit d'air	51
Tableau 1 – Réglage de l'intervalle et de la valeur inférieure de l'étendue	37
Tableau 2 – Nombre de cycles de mesure; nombre et emplacement des points d'essai	38
Tableau 3 – Tableau d'erreurs typiques d'un dispositif	40
Tableau 4 – Tensions d'essai pour l'essai de rigidité diélectrique.....	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS DE MESURE ET DE COMMANDE DE PROCESSUS – MÉTHODES ET PROCÉDURES GÉNÉRALES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES –

Partie 2: Essais dans les conditions de référence

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61298-2 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs et analyse des processus, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1995 et constitue une révision technique.

La présente édition est une révision globale par rapport à l'édition précédente et ne comporte pas de changements majeurs (voir Introduction).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/686/FDIS	65B/694/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61298, présentées sous le titre général *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La présente norme n'est pas destinée à remplacer les normes existantes mais à servir de document de référence pour l'élaboration de futures normes, tant par la CEI que par d'autres organismes de normalisation, dans le domaine de l'évaluation de l'instrumentation des processus. Lors de la révision des normes existantes, il conviendra de prendre en compte la présente norme.

Lors de l'établissement de futures normes, il y aura lieu de respecter les éléments normatifs suivants:

- toute méthode ou procédure d'essai figurant déjà dans cette norme sera spécifiée et décrite dans la nouvelle norme en faisant référence à l'article approprié de la présente norme. C'est pourquoi les nouvelles éditions révisées de cette norme ne comportent pas de changement quant à la numérotation des articles et leur domaine d'application;
- il convient que toute méthode ou procédure d'essai particulière non couverte par la présente norme soit développée et spécifiée dans la nouvelle norme conformément aux critères définis dans la présente norme, dans la mesure où ils sont applicables;
- tout écart fondamental ou important par rapport au contenu de la présente norme sera distinctement identifié et justifié, s'il est introduit dans la nouvelle norme.

DISPOSITIFS DE MESURE ET DE COMMANDE DE PROCESSUS – MÉTHODES ET PROCÉDURES GÉNÉRALES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES –

Partie 2: Essais dans les conditions de référence

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61298 spécifie les méthodes et procédures générales pour l'exécution des essais portant sur les caractéristiques fonctionnelles et les caractéristiques de performance des dispositifs de mesure et de commande de processus. Ces essais sont applicables à tout dispositif à condition que ce dispositif soit caractérisé par ses propres grandeurs d'entrée et de sortie et par la relation spécifique (fonction de transfert) entre les entrées et les sorties. Ils concernent les dispositifs analogiques et numériques. Pour les dispositifs nécessitant des essais spéciaux, il convient que cette norme soit utilisée en conjonction avec la norme particulière de produit spécifiant ces essais spéciaux.

Cette norme couvre les essais effectués dans les conditions de référence.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60050-300, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques (constitué des Parties 311, 312, 313 et 314)*

CEI 60050-351, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 351: Technologie de commande et de régulation*

CEI 61298-1, *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances – Partie 1: Généralités*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants dont quelques-uns sont extraits de la CEI 60050(300) ou de la CEI 60050(351) s'appliquent.

3.1

grandeur (variable)

grandeur ou condition dont la valeur peut se modifier et qui peut en général être mesurée (par exemple température, débit, vitesse, signal, etc.)

[VEI 351-2-01, modifiée]

3.2

signal

grandeur physique dont un ou plusieurs paramètres sont porteurs d'informations sur une ou plusieurs autres grandeurs que le signal représente

[VEI 351-21-51, modifiée]

3.3

étendue

gamme des valeurs définie par deux valeurs extrêmes, entre lesquelles une variable peut être mesurée avec la précision spécifiée
[VEI 351-27-11, modifiée]

3.4

intervalle

différence algébrique entre les valeurs de la limite supérieure et de la limite inférieure de l'étendue de mesure
[VEI 311-03-13]

3.5

imprécision

écart positif ou négatif maximal à partir de la courbe caractéristique spécifiée, observé quand un dispositif est essayé dans les conditions spécifiées et suivant une procédure spécifiée

NOTE 1 La précision est définie dans la CEI 60050-300, définition 311-06-08.

NOTE 2 Le terme « précision mesurée » est parfois utilisé à la place du terme « imprécision ». Il est recommandé d'éviter cette expression.

3.6

erreur

différence algébrique entre la valeur indiquée et une valeur comparative de la grandeur mesurée
[VEI 351-27-04, modifiée]

NOTE L'erreur est positive quand la valeur indiquée est supérieure à la valeur comparative. L'erreur est en général exprimée en pourcentage de l'intervalle idéal correspondant.

3.7

erreur mesurée

valeur positive ou négative la plus élevée de l'erreur de la valeur moyenne, mesurée en montant ou en descendant, à chaque point de mesure

3.8

non-conformité

degré de proximité entre une courbe d'étalonnage et une courbe caractéristique spécifiée (par exemple linéaire, logarithmique ou parabolique)

NOTE La non-conformité ne comprend pas l'hystérésis.

3.9

non-linéarité

écart par rapport à la linéarité

NOTE 1 La linéarité est définie dans la CEI 60050(300), définition 311-06-05.

NOTE 2 La non-linéarité ne comprend pas l'hystérésis.

3.10

non-répétabilité

écart par rapport à la répétabilité

NOTE La répétabilité est définie dans la CEI 60050(300), définition 311-06-06.

3.11

hystérésis

propriété qu'a un instrument ou un appareil de mesurage de donner différentes valeurs de sortie pour les mêmes valeurs d'entrée selon le sens dans lequel ces dernières ont été

appliquées successivement
[IEV 351-24-15, modifiée]

3.12

zone d'insensibilité (zone morte)

étendue finie de valeurs à l'intérieur de laquelle une variation de la variable d'entrée n'entraîne pas de variation mesurable de la variable de sortie
[VEI 351-24-14, modifiée]

3.13

temps mort

intervalle de temps compris entre l'instant où l'on provoque une variation d'une grandeur d'entrée et l'instant où débute la variation subséquente de la variable de sortie
[VEI 351-28-41]

(voir CEI 60050-351, Figure 5).

3.14

temps de montée

pour une réponse à un échelon, durée de l'intervalle de temps compris entre l'instant où la variable de sortie (partant de la valeur zéro) atteint un pourcentage spécifiée et faible (par exemple 10 %) de sa valeur de régime finale et l'instant où cette même variable atteint pour la première fois un pourcentage spécifié et fort (par exemple 90 %) de cette même différence
[VEI 394-39-11, modifiée]

(voir CEI 60050-351, Figure 3)

3.15

durée d'établissement

intervalle de temps entre l'instant d'une variation en échelon d'une grandeur d'entrée et l'instant où la variation de la grandeur de sortie ne s'écarte pas de plus d'une tolérance spécifiée de la valeur finale de régime permanent (voir CEI 60050-351, Figure 3). Dans la présente norme, on a adopté une tolérance de 1 %
[VEI 351-24-29]

3.16

temps de réponse à un échelon

intervalle de temps compris entre l'instant d'une variation en échelon de la grandeur d'entrée et l'instant où la grandeur de sortie atteint pour la première fois une fraction spécifiée de la différence entre les valeurs initiale et finale de régime permanent (voir CEI 60050-351, Figure 3). Dans la présente norme, on a adopté une fraction spécifiée de 90 %
[VEI 351-24-28]

3.17

constante de temps

temps T nécessaire pour atteindre 63,2 % de la variation totale de la sortie d'un système linéaire du premier ordre, résultant de l'application à la grandeur d'entrée d'une variation en échelon
[VEI 351-24-24]

3.18

procédure d'essai

spécification des essais à effectuer et des conditions de chaque essai, établie d'un commun accord avant d'effectuer les essais entre le constructeur, le laboratoire d'essai et le client (ou l'utilisateur)

3.19

essais de type

essai portant sur un ou plusieurs dispositifs de conception particulière dans le but de démontrer que la conception est conforme à des spécifications données

NOTE En principe, les essais de type sont réalisés uniquement sur un échantillon. En règle générale, ils ne sont pas répétés sur chacune des unités d'équipement fabriquées en série.

3.20

évaluation des performances

essai complet visant à établir les performances d'un dispositif dans les conditions probables de fonctionnement et à permettre la comparaison avec les spécifications de performances du dispositif publiées ou déclarées par le fabricant, ou avec les exigences de l'utilisateur

3.21

essai individuel de série

essai simplifié effectué sur tous les dispositifs, pendant ou après la fabrication, dans le but de s'assurer qu'ils sont conformes à des critères donnés

3.22

essai par échantillonnage

essai simplifié effectué dans le but de vérifier les caractéristiques particulières d'un dispositif

4 Facteurs liés à la précision

4.1 Procédures d'essai et précautions

4.1.1 Choix des étendues d'essai

Lorsqu'il y a des commutations d'étendues ou des réglages par cadran (par exemple réglage de gain), les essais doivent être répétés pour couvrir toutes les étendues ou tous les réglages. Lorsque le dispositif essayé (DE) est fourni réglé pour l'utilisation, le premier groupe d'essais doit être effectué sans réglage.

4.1.1.1 Critères

Les mesures doivent être effectuées sur les dispositifs fonctionnant avec le nombre minimal de réglages d'étalonnage nécessaires pour déterminer les performances du dispositif pour tous les réglages nécessaires en exploitation et exigés par le programme d'essais (voir Article 5 de la CEI 61298-1).

L'essai d'un dispositif possédant une large plage de réglage tant de l'intervalle que de la valeur inférieure de l'étendue peut nécessiter un nombre d'essais impossible à réaliser dans la pratique. Dans ce cas, on doit effectuer des essais préliminaires pour déterminer l'influence du changement des réglages d'intervalle et de valeur inférieure d'étendue sur la caractéristique mesurée. Ceci devrait permettre d'éliminer certains essais du programme d'essai lorsque la caractéristique peut être déduite de façon fiable d'un nombre plus réduit d'essais. Par exemple, il se peut que l'hystérésis ne soit pas notablement sensible au choix de la valeur inférieure et supérieure de l'étendue si l'intervalle reste constant et on peut souvent la déduire, pour différentes valeurs d'intervalle, de mesures effectuées avec un seul réglage d'intervalle.

Toutefois le rapport doit préciser clairement les valeurs correspondantes des paramètres mesurés pour chaque valeur des réglages afin que les valeurs d'imprécisions, d'hystérésis, etc. puissent toutes être rapportées au même réglage du dispositif.

4.1.1.2 Réglage de l'intervalle et de la valeur inférieure de l'étendue

Généralement, sauf stipulation contraire dans le programme d'essais, les essais de facteurs liés à la précision doivent être effectués en réglant les commandes aux valeurs A, B, C, D, énumérées ci-dessous, et conformément au Tableau 1 chaque fois que les réglages d'intervalle et/ou de la valeur inférieure de l'étendue sont réglables au-delà des réglages prévus pour les tolérances de fabrication.

NOTE En ce qui concerne les essais de comportement dynamique, de caractéristiques fonctionnelles et de dérive, se reporter aux articles appropriés de la présente norme.

Tableau 1 – Réglage de l'intervalle et de la valeur inférieure de l'étendue

Type d'essai		Intervalle de réglage	Suppression et/ou élévation du zéro
Essais complets	Evaluation des performances	A	B
	Essai de type		
Essais simplifiés	Essais individuels de série	C	D
	Essai par échantillonnage		

- Réglage A – Intervalle réglé aux valeurs maximale et minimale spécifiées par le fabricant et à une valeur intermédiaire.
- Réglage B – Les essais seront normalement effectués avec un seul réglage de la valeur inférieure de l'étendue, sans suppression ni élévation, mais il peut être nécessaire d'effectuer d'autres essais aux réglages minimal et maximal si on observe des effets importants.
- Réglage C – Sauf stipulation contraire dans le programme d'essais, l'intervalle doit être laissé comme réglé par le fabricant.
- Réglage D – Sauf stipulation contraire dans le programme d'essais, la valeur inférieure de l'étendue doit être laissée comme réglé par le fabricant.

4.1.2 Cycles de préconditionnement

Avant de noter les résultats observés, le DE doit être préconditionné (voir 7.12 de la CEI 61298-1) et doit être soumis à trois balayages de toute l'étendue dans chaque sens.

4.1.3 Nombre de cycles de mesure et de points d'essai

On doit vérifier les performances du DE sur toute l'étendue pour des valeurs croissantes et décroissantes.

Afin de se conformer à 5.2 de la CEI 61298-1, le nombre de cycles de mesure et de points d'essai doit être aussi faible que possible. Le nombre et l'emplacement des points d'essai doivent être compatibles avec le type d'essai et le degré de précision désiré ainsi que la caractéristique évaluée.

Le nombre de points d'essai croissants et décroissants doit être le même pour chaque point d'essai prédéterminé, à l'exception de 0 % et 100 % qui ne sont atteints que lorsque la mesure est effectuée en descendant ou en montant.

Le nombre de cycles de mesure et le nombre de points d'essai sont fonction du type d'essai considéré. Sauf stipulation contraire pour un type particulier de dispositif, les valeurs et emplacements à adopter sont donnés au Tableau 2.

4.1.4 Essais supplémentaires en cas d'entrées et sorties numériques

Des essais doivent être effectués pour s'assurer que les protocoles sont conformes aux normes internationales (par exemple RS 232, IEEE 488) ou aux protocoles spécifiés de manière complète par le fournisseur du DE. Des essais doivent être effectués pour confirmer que le DE fonctionne correctement suivant le protocole spécifié, dans les conditions de référence et ceci sans erreur (ou dans les limites des taux d'erreurs spécifiés par le fournisseur). Les niveaux logiques «1» et «0» doivent être déterminés. Des essais appropriés doivent également être effectués pour mettre en évidence les erreurs d'affichage (éléments manquants, etc.), la brillance, le contraste et l'angle de vue limite avant la perte de cette brillance ou de ce contraste. La vitesse de rafraîchissement doit être enregistrée, de même que les erreurs (de précision) de l'affichage.

4.1.5 Procédure de mesure

La première mesure doit être effectuée sur la première valeur significative de l'échelle après 0 % de l'intervalle d'entrée (par exemple 10 % de l'intervalle d'entrée – voir Tableau 2).

On commence par élaborer un signal d'entrée égal à la valeur inférieure de l'étendue, puis on augmente lentement le signal d'entrée pour atteindre, sans le dépasser, le premier point d'essai; après un temps de stabilisation approprié, on note la valeur des signaux d'entrée et de sortie correspondants.

On augmente ensuite le signal d'entrée lentement pour atteindre, sans la dépasser, la valeur du point d'essai suivant, et après un temps de stabilisation, on note la valeur correspondante du signal de sortie.

On recommence l'opération pour toutes les valeurs prédéterminées jusqu'à 100 % de l'intervalle d'entrée. Après avoir effectué la mesure en ce point, on réduit lentement le signal d'entrée à la valeur d'essai juste en dessous de 100 % de l'intervalle d'entrée puis à toutes les autres valeurs en redescendant jusqu'à 0 % de l'intervalle d'entrée, ce qui termine le cycle de mesure.

Tableau 2 – Nombre de cycles de mesure; nombre et emplacement des points d'essai

Type d'essai		Nombre de cycles de mesure	Nombre de points d'essai	Emplacement des points d'essai (% de l'intervalle d'entrée)
Essais complets	Evaluation des performances	3 ou 5	6	0-20-40-60-80-100
	Essais de type		11	0-10-20-30-40-50-60-70-80-90-100
Essais simplifiés	Essais individuels de série	1	5	0-25-50-75-100
	Essais par échantillonnage			

4.1.6 Traitement des valeurs mesurées

La différence entre les valeurs du signal de sortie obtenues aux différents points d'essai pour chaque balayage montant et descendant et les valeurs idéales correspondantes sont enregistrées comme étant les erreurs de sortie.

Les erreurs doivent généralement être exprimées en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal. Sur certains dispositifs (par exemple enregistreurs ou dispositifs à gain réglable) il peut s'avérer plus pratique d'exprimer les erreurs en pourcentage de l'intervalle d'entrée nominal (se reporter à 7.16 de la CEI 61298-1).

Pour chaque point de mesure, on doit faire la moyenne des lectures obtenues pour les erreurs en montant et en descendant lors des cycles successifs pour obtenir les valeurs

moyennes en montant et en descendant, la moyenne de ces deux valeurs étant la valeur moyenne en ce point.

Toutes les valeurs d'erreur ainsi obtenues doivent figurer dans un tableau (voir Tableau 3), et les valeurs moyennes doivent être présentées sous forme graphique (voir Figure 1).

4.1.7 Détermination des facteurs liés à la précision

Du fait du nombre limité de mesures (voir 4.1.3), on doit déterminer les facteurs liés à la précision en traitant les erreurs selon une méthode mathématique simple et non pas sur la base de méthodes statistiques. Les différentes méthodes de traitement sont décrites dans les paragraphes suivants.

4.1.7.1 Imprécision

On détermine l'imprécision à partir du Tableau 3 en choisissant les plus grands écarts positifs et négatifs de chaque valeur mesurée par rapport à la valeur idéale pour des valeurs d'entrée croissantes et décroissantes, et pour chaque cycle d'essai pris séparément. L'imprécision est exprimée dans le rapport en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal.

4.1.7.2 Erreur maximale mesurée

On détermine l'erreur maximale mesurée à partir du Tableau 3 en choisissant la plus grande valeur positive ou négative dans les erreurs moyennes mesurées en montant et en descendant.

4.1.7.3 Non-linéarité

Pour les dispositifs présentant une relation entrée/sortie linéaire, on détermine la non-linéarité à partir de la courbe tracée en utilisant la moyenne totale des erreurs moyennes mesurées en montant et en descendant (voir Tableau 3 et Figure 1).

La non-linéarité est l'écart maximal positif ou négatif entre la courbe moyenne et la droite sélectionnée, exprimée en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal; elle est indépendante de la zone d'insensibilité (zone morte) et de l'hystérésis.

a) Non-linéarité réduite aux extrémités

On détermine la non-linéarité réduite aux extrémités en traçant une droite qui coïncide avec la courbe moyenne d'étalonnage à la valeur supérieure de l'étendue et à la valeur inférieure de l'étendue.

NOTE Ce n'est que pour l'étalonnage en atelier et les réglages en service que la non-linéarité réduite aux extrémités présente un intérêt pratique. On utilise parfois d'autres expressions de la non-linéarité.

b) Non-linéarité indépendante

On détermine la non-linéarité indépendante en traçant une droite au travers de la courbe moyenne de façon à minimiser l'écart maximal. Il n'est pas nécessaire que cette droite soit horizontale ou passe par les extrémités de la courbe moyenne d'étalonnage.

c) Non-linéarité réduite au zéro

On détermine la non-linéarité réduite au zéro en traçant une droite qui coïncide avec la courbe moyenne d'étalonnage à la valeur inférieure de l'étendue (zéro) et qui minimise l'écart maximal.

Tableau 3 – Tableau d'erreurs typiques d'un dispositif

Entrée en % de l'intervalle	1 ^{er} cycle		2 ^{ème} cycle		3 ^{ème} cycle		Moyenne des cycles		Moyenne totale	
	Erreur (en % de la valeur idéale)									
	Valeur réelle mesurée en montant	Valeur réelle mesurée en descendant	Valeur réelle mesurée en montant	Valeur réelle mesurée en descendant	Valeur réelle mesurée en montant	Valeur réelle mesurée en descendant	Valeur réelle mesurée en montant	Moyenne mesurée en descendant	Erreur moyenne mesurée	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0		-0,04		-0,05		+0,06		-0,05	-0,050	
10	+0,06	+0,14	+0,04	+0,15	+0,05	+0,16	+0,05	+0,15	+0,100	
20	+0,13	+0,23	+0,08	+0,26	+0,09	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175	
30	+0,11	+0,24	+0,09	+0,25	+0,10	+0,26	+0,10	+0,25	+0,175	
40	-0,04	+0,13	-0,07	+0,15	-0,04	+0,17	-0,05	+0,15	+0,050	
50	-0,18	-0,02	-0,16	+0,01	-0,13	+0,01	-0,15	0,00	-0,075	
60	-0,27	-0,12	-0,25	-0,10	-0,23	-0,08	-0,025	-0,10	-0,175	
70	-0,32	-0,17	-0,30	-0,16	-0,28	-0,12	-0,30	-0,15	-0,225	
80	-0,27	-0,17	-0,26	-0,15	-0,22	-0,13	-0,25	-0,15	-0,200	
90	-0,16	-0,06	-0,15	-0,05	-0,14	-0,04	-0,15	-0,05	-0,100	
100	+0,09		+0,11		+0,10		+0,10		+0,100	

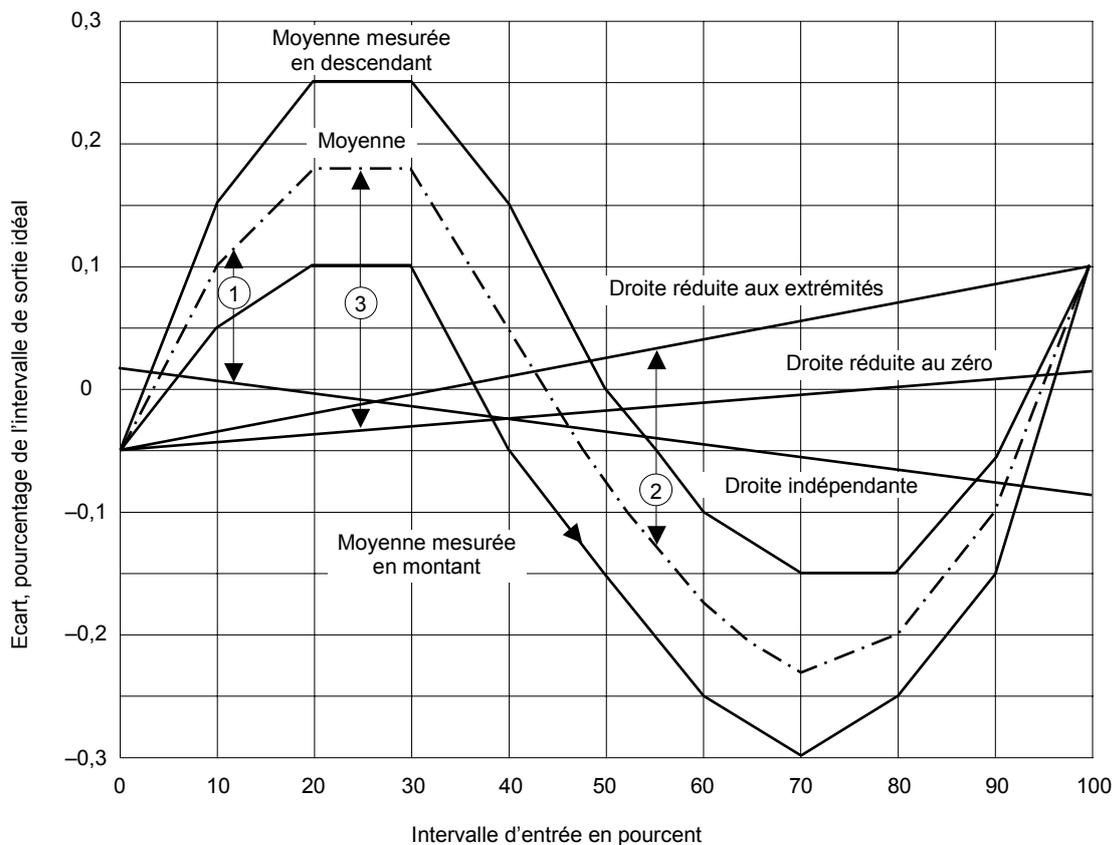
Non-répétabilité = +0,05 %

Hystérésis = +0,22 %

= Erreur hystérésis + zone d'insensibilité (zone morte)

Imprécision = -0,32 % +0,26 %

Erreur maximale mesurée = -0,30 %



- ① Non-linéarité indépendante = $\pm 0,2 \%$
- ② Non-linéarité réduite aux extrémités = $-0,28 \%$ and at $\pm 0,28 \%$
- ③ Non-linéarité réduite au zéro = $\pm 0,22 \%$

IEC 1711/08

Figure 1 – Courbes d'erreur

4.1.7.4 Non-conformité

Il convient que le terme de non-conformité (non-conformité réduite aux extrémités, non-conformité indépendante et non-conformité réduite au zéro) ne soit utilisé que pour les dispositifs présentant une relation entrée-sortie non linéaire (par exemple logarithmique, racine carrée, etc.)

La détermination et la présentation de la non-conformité s'effectue par les mêmes méthodes que pour la non-linéarité.

4.1.7.5 Hystérésis

On détermine l'hystérésis directement à partir des valeurs d'écart indiquées au Tableau 3. C'est la différence entre les valeurs de sortie mesurées consécutivement en montant et en descendant pour un seul cycle d'essai au même point d'essai.

La valeur maximale observée sur tous les cycles d'essai est consignée comme étant l'« hystérésis » et doit être exprimée en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal. Si cela est demandé, l'erreur d'hystérésis peut être déterminée en soustrayant la valeur de la zone

d'insensibilité de la valeur correspondante de l'hystérésis pour un point de mesure donné; sa valeur maximale (« erreur d'hystérésis ») peut être exprimée en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal.

NOTE La zone d'insensibilité peut être déterminée par un essai de zone d'insensibilité classique tel que celui qui est décrit en 4.2.2.

4.1.7.6 Non-répétabilité

La non-répétabilité est la différence algébrique entre les valeurs extrêmes obtenues en effectuant un certain nombre de mesures consécutives de la valeur de sortie pendant une courte période, pour la même valeur d'entrée, dans les mêmes conditions de fonctionnement, en allant dans le même sens, pour des balayages de toute l'étendue.

La non-répétabilité s'exprime généralement en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal et ne comprend pas l'hystérésis.

La non-répétabilité est déterminée directement à partir du Tableau 3. On observera la différence maximale, en pourcentage de l'intervalle de sortie idéal, entre toutes les valeurs de sortie pour une seule valeur d'entrée, en considérant séparément les courbes de mesure ascendantes et descendantes. La valeur maximale obtenue à partir des valeurs ascendantes ou des valeurs descendantes est la non-répétabilité.

4.1.8 Présentation des résultats

Les résultats des mesures effectuées pendant les essais doivent être présentés dans le rapport d'essai en y incluant les chiffres correspondant au Tableau 3 et à la Figure 1. Ces chiffres doivent figurer dans le rapport d'essai.

Les valeurs de l'imprécision, de l'erreur mesurée, de la non-conformité, de l'hystérésis et de la non-répétabilité doivent être déterminés conformément à 4.1.7 et présentées sous forme de tableau dans le rapport d'essai.

Les valeurs correspondantes des facteurs liés à la précision spécifiés par le fabricant doivent être présentées sous forme de tableau en regard des valeurs déterminées à partir des essais.

On notera que les termes liés à la précision peuvent être indiqués par le fabricant sous différentes formes:

- l'imprécision (comprenant l'hystérésis et la non-répétabilité) et l'hystérésis; ou
- l'erreur mesurée (comprenant l'hystérésis) et l'hystérésis; ou
- la non-linéarité/non-conformité (ne comprenant pas l'hystérésis) l'hystérésis et la zone d'insensibilité.

4.2 Procédure d'essai spécifique et précautions à prendre pour déterminer la zone d'insensibilité

4.2.1 Choix des étendues pour l'essai et le préconditionnement

On mesure la zone d'insensibilité en utilisant les mêmes étendues et le même préconditionnement que pour la détermination des facteurs liés à la précision comme indiqué en 4.1.1 (Tableau 1) et en 4.1.2.

4.2.2 Procédure de mesure

A moins que la zone d'insensibilité soit faible, on doit la mesurer de la façon suivante. On doit mesurer la zone d'insensibilité trois fois à chacun des trois points d'essai suivants: 10 %, 50 % et 90 % de l'intervalle, en procédant de la façon suivante:

- a) augmenter lentement la grandeur d'entrée sur le DE jusqu'à ce qu'on observe un changement perceptible de la valeur de sortie;
- b) noter la valeur de l'entrée;
- c) réduire lentement la valeur de l'entrée jusqu'à observer un changement perceptible de la valeur de sortie;
- d) noter la valeur de l'entrée.

On doit observer et noter les valeurs de sortie au moins trois fois, et de préférence cinq fois, pour un balayage de toute l'étendue dans chaque sens. La valeur de l'incrément de variation du signal d'entrée (différence entre les points b) et d) ci-dessus) est la zone d'insensibilité en ce point.

4.2.3 Présentation des résultats

On doit présenter dans le rapport d'essai sous forme de tableau la valeur maximale de la zone d'insensibilité en chaque point d'essai, en pourcentage de l'intervalle d'entrée idéal.

La valeur totale maximale doit être indiquée comme la zone d'insensibilité du DE.

Si la valeur de la zone d'insensibilité est spécifiée par le fabricant, cette valeur doit être indiquée à côté de la valeur déterminée par l'essai.

5 Comportement dynamique

5.1 Considérations générales

Cette partie de la norme a pour objet de fournir les données qui caractérisent le comportement dynamique des DE, et cela d'une manière uniforme et comparable.

Pour les besoins de la présente norme, on peut utiliser, à la demande, des signaux d'entrée sinusoïdaux et des signaux en échelon pour effectuer les essais de réponse dynamique.

Les signaux d'essai sinusoïdaux sont généralement plus utiles pour les analyses mathématiques, pour la solution graphique des problèmes de commande et pour la caractérisation des performances dynamiques des systèmes linéaires.

Les signaux d'essai en échelon permettent de mesurer la zone d'insensibilité et donnent une évaluation qualitative de la non-linéarité du DE.

Pour arriver à un nombre réalisable d'essais, conformément à 5.2 de la CEI 61298-1, on adoptera pour la majorité des matériels une seule valeur de charge de sortie et un nombre minimal de configurations du signal d'entrée.

Il est évident que les données obtenues à partir des essais spécifiés à la fois avec des signaux en échelon et des signaux sinusoïdaux ne suffira pas pour décrire complètement la non-linéarité du DE. Toutefois cette norme est destinée à fournir des données comparables pour identifier le comportement dynamique de dispositifs simples et pour donner des indications qualitatives sur les dispositifs plus complexes. Dans des cas spéciaux, des essais plus détaillés peuvent être spécifiés dans le programme d'essais.

NOTE Les charges de sortie spécifiées et les niveaux de signaux d'entrée sont suffisants pour obtenir des données valables pour la plupart des conditions d'essai habituelles et des indications qualitatives concernant l'effet de signaux inhabituels, importants et variables.

5.2 Procédure générale d'essai et précautions

Les essais doivent être effectués en réglant l'intervalle à la moyenne approximative de l'intervalle maximal et minimal, la valeur inférieure de l'étendue étant réglée approximativement au point milieu de la gamme de réglage admissible.

Si des fonctions réglables (par exemple filtres, amortisseurs) sont prévues pour modifier le comportement dynamique du DE, les essais seront effectués en réglant ces commandes de façon à produire d'abord leur effet minimal puis, si besoin est, leur effet maximal.

Pour les essais destinés à évaluer le comportement dynamique des dispositifs à sortie électrique, on peut simuler une charge électrique de façon réaliste en branchant un condensateur 0,1 μ F aux bornes de la charge résistive, à moins qu'une autre valeur ne soit spécifiée dans le programme d'essais.

5.3 Réponse harmonique

Un signal sinusoïdal doit être appliqué à l'entrée du DE au moyen d'un générateur de fonctions.

Il est recommandé que l'amplitude crête à crête du signal sinusoïdal ne dépasse pas 20 % de l'intervalle, mais qu'elle soit suffisante pour permettre d'effectuer une mesure valable sans produire de distorsion ou de saturation de la sortie.

On doit augmenter la fréquence du signal d'entrée par incréments à partir d'une valeur initiale suffisamment basse pour déterminer le gain statique jusqu'à une fréquence supérieure à laquelle la sortie est affaiblie à moins de 10 % de son amplitude initiale ou à laquelle le déphasage atteint 300°.

On doit enregistrer simultanément au moins un cycle complet de l'entrée et de la sortie, pour chaque fréquence.

Les résultats de ces essais doivent être présentés sous forme graphique de la façon suivante (voir Figure 2):

- le gain et le déphasage doivent être portés en fonction de la fréquence sur une échelle logarithmique.

Les graphiques permettent d'obtenir les données suivantes:

- a) fréquence à laquelle le gain relatif est de 0,7;
- b) fréquence à laquelle le déphasage est de 45°;
- c) fréquence à laquelle le déphasage est de 90°;
- d) gain maximal relatif, et fréquence et angle de déphasage correspondants.

5.4 Réponse à un échelon

On doit appliquer à l'entrée du DE une série de variations en échelon. Le temps de montée de l'échelon d'entrée doit être faible par rapport au temps de réponse du DE.

L'échelon d'entrée et la réponse de sortie doivent être enregistrés simultanément.

On doit appliquer les échelons d'entrée suivants:

- un échelon correspondant à 80 % de l'intervalle de sortie, provoquant une variation de la grandeur de sortie de 10 % à 90 %, puis une autre de 90 % à 10 %.
- des échelons correspondant à 10 % de l'étendue de sortie, provoquant des variations de la grandeur de sortie en montant et en descendant comme suit:

5 % à 15 %; 45 % à 55 % et 85 % à 95 %.

On doit mesurer le temps nécessaire à la grandeur de sortie pour atteindre sa valeur finale en régime permanent à 1 % de l'intervalle de sortie près (durée d'établissement) pour chaque condition d'essai. On indiquera s'il y a lieu la valeur du temps mort et du taux de dépassement (voir Figure 3).

NOTE Il peut également être utile de mesurer le temps de réponse à un échelon ou la constante de temps.

6 Caractéristique fonctionnelle

6.1 Généralités

Seuls quelques-uns des essais suivants nécessitent la mise sous tension du DE. Ces essais doivent être effectués avec l'intervalle de gain réglé sensiblement à la valeur moyenne de l'intervalle maximal et minimal, la valeur inférieure de l'étendue étant réglée approximativement au point milieu de sa plage de réglage admissible. D'autres réglages particuliers doivent être définis pour chaque essai.

6.2 Résistance d'entrée des dispositifs électriques

Cet essai applicable aux dispositifs à entrée en tension ou en courant consiste à déterminer la résistance effective présentée aux signaux d'entrée continus aux bornes d'entrée du dispositif.

L'essai est effectué à 100 % du niveau d'entrée au moyen du montage d'essai représenté à la Figure 4.

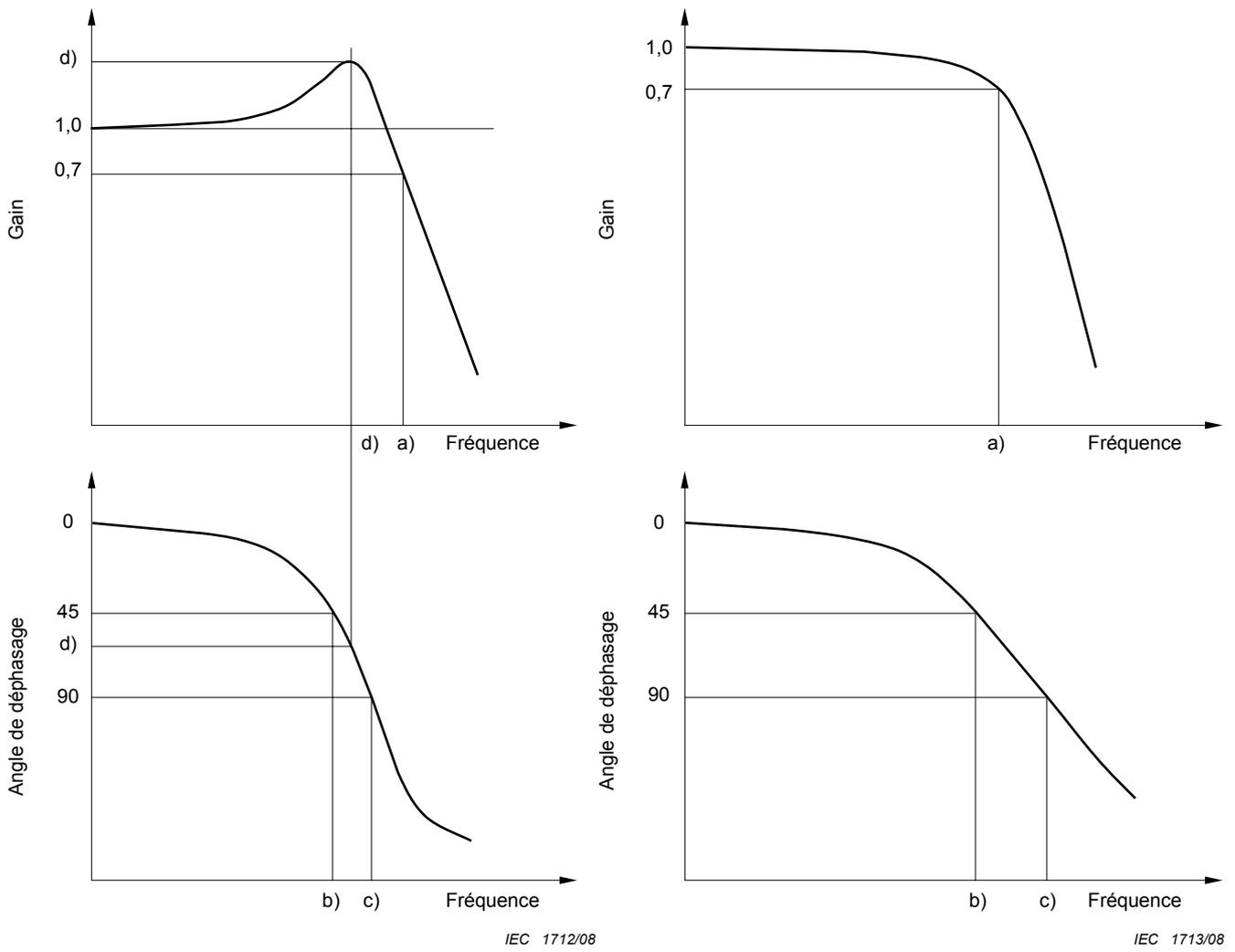


Figure 2 – Deux exemples de réponse harmonique

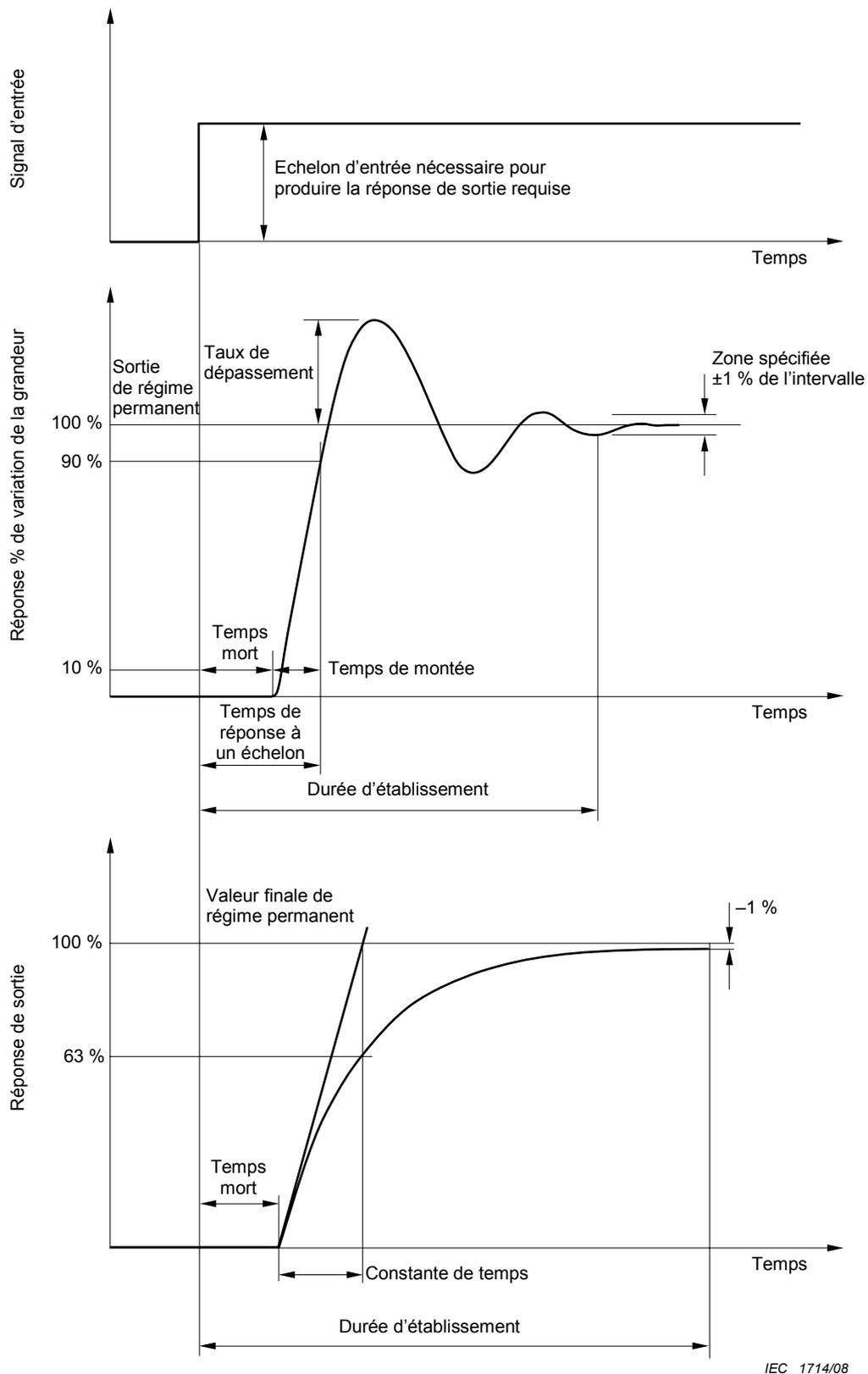


Figure 3 – Deux exemples de réponse à une entrée variable par échelon

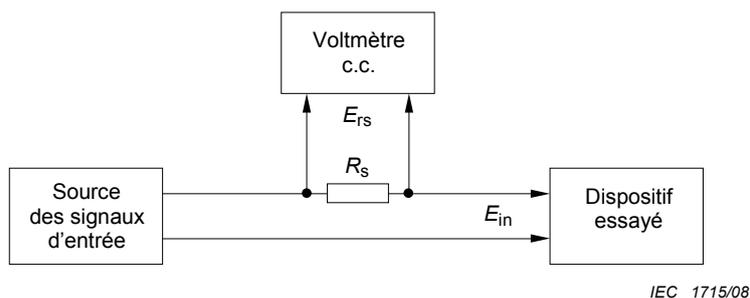


Figure 4 – Montage d'essai pour la mesure de la résistance d'entrée

L'essai est effectué au moyen d'une résistance montée en série avec le circuit d'entrée du dispositif. On mesure le signal d'entrée en tension et la chute de tension aux bornes de cette résistance en série, puis la valeur réelle de sa résistance et on calcule la résistance d'entrée au moyen de la formule suivante:

$$R_{in} = E_{in} (R_s / E_{rs})$$

où

R_{in} est la résistance d'entrée, en ohms;

R_s est la résistance en série, en ohms;

E_{in} est le signal d'entrée en tension du DE, en volts;

E_{rs} est la chute de tension aux bornes de la résistance série, en volts.

6.3 Isolement des dispositifs électriques

6.3.1 Considérations générales

Les essais suivants sont de simples vérifications de sécurité électrique. Les essais ainsi introduits ne doivent pas être considérés comme une évaluation formelle de la sécurité du matériel et les résultats prescrits pour ces essais ne constituent pas non plus une spécification de conception. Pour une prise en considération complète des aspects concernant la sécurité dans la conception des matériels, il est recommandé de se référer à la CEI 61010-1. Ces essais permettent de déterminer le degré d'isolement des circuits par rapport à l'enveloppe du dispositif et sa sécurité intrinsèque lorsqu'il est soumis à des tensions relativement élevées entre les circuits et l'enveloppe.

L'isolation du dispositif doit assurer une rigidité diélectrique suffisante pour empêcher le claquage et une résistance diélectrique suffisante pour éviter des courants de fuite excessifs ou un claquage thermique.

Avant d'exécuter les essais de type sur l'isolement, le dispositif doit être stocké pendant 4 h dans une chambre sèche à une température de 32 °C à 38 °C (42 °C à 48 °C pour un dispositif tropicalisé puis de la maintenir pendant 24 h à la même température mais avec une humidité relative de 90 % à 95 %, cette humidité étant maintenue durant les essais suivants. Les essais doivent être exécutés dans ces conditions d'humidité relative élevée.

6.3.2 Résistance d'isolement

Le DE doit être installé pour un fonctionnement normal. La résistance d'isolement de chaque circuit d'entrée et de sortie doit être mesurée si le circuit est isolé de la masse. L'essai doit être effectué sur le DE hors tension en appliquant une tension d'essai continue entre successivement les bornes court-circuitées de l'entrée, de la sortie et de l'alimentation d'une part et l'enveloppe reliée à la masse d'autre part.

Pour éviter les surtensions, on doit augmenter la tension d'essai progressivement jusqu'à sa valeur maximale, et à la fin de la période d'essai, la diminuer progressivement. Sauf stipulation contraire, la tension d'essai continue nominale doit être égale à 500 V.

La valeur de la résistance d'isolement mesurée au moins 30 s après l'application de la pleine tension d'essai doit être indiquée dans le rapport.

6.3.3 Rigidité diélectrique

La valeur efficace de la tension d'essai doit être déterminée par rapport à la valeur de la tension nominale (ou de la tension d'isolement) du DE et rapportée à la classe (I ou II) de sécurité spécifiée par le fabricant (voir Tableau 4). La tension d'essai doit être appliquée, le DE étant hors tension et muni de son capot éventuel, entre successivement les bornes d'entrée, de sortie et d'alimentation d'une part, et la masse d'autre part. Pendant chaque essai, le boîtier et les bornes qui ne sont pas directement concernées doivent être reliés ensemble et mis à la terre.

La tension d'essai doit être une tension alternative sensiblement sinusoïdale avec une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz (fréquence du secteur).

Tableau 4 – Tensions d'essai pour l'essai de rigidité diélectrique

Classe de sécurité	Tension assignée ou tension d'isolement c.c. ou c. a. valeur efficace	Tension d'essai c.a. valeur efficace
	V	kV
I	<60	0,50
	60-250	1,50
II	<60	0,75
	60-250	3,00

La tension d'essai doit être augmentée progressivement jusqu'à sa valeur spécifiée en évitant que des transitoires importants ne se produisent, puis maintenue à la valeur spécifiée pendant 1 min.

Aucun claquage ou contournement ne doit se produire pendant l'essai.

6.4 Consommation

6.4.1 Consommation électrique

Cet essai doit être effectué dans les conditions d'entrée et de charge pour lesquelles la consommation du DE est maximale.

Si l'alimentation est faite en courant alternatif, on doit mesurer la consommation en volt-ampères en tenant compte des mesures de valeurs efficaces. La mesure doit être effectuée à la tension et à la fréquence nominales et à la tension maximale et à la fréquence minimale spécifiées par le fabricant pour l'alimentation.

Si l'alimentation est faite en courant continu, la consommation en watts doit être mesurée à la tension d'alimentation nominale.

6.4.2 Consommation d'air

Cet essai est effectué en mesurant la consommation d'air du DE dans des conditions d'entrée en régime permanent, la sortie étant reliée à un volume étanche pour qu'il n'y ait pas d'écoulement d'air à la sortie.

On doit mesurer et enregistrer la consommation d'air pour la valeur d'entrée qui entraîne la consommation maximale, à la pression d'alimentation nominale.

La consommation doit être indiquée dans le rapport en m³/h (dans les conditions de référence; voir 6.1 de la CEI 61298-1).

6.5 Ondulation de sortie d'un dispositif à sortie électrique en courant continu

Les valeurs crête à crête maximales et la composante à la fréquence principale de toute ondulation de la sortie doit être mesurée et notée avec des signaux d'entrée de 10 % et de 90 %, à charge minimale et maximale.

6.6 Caractéristiques de débit d'air d'un dispositif pneumatique

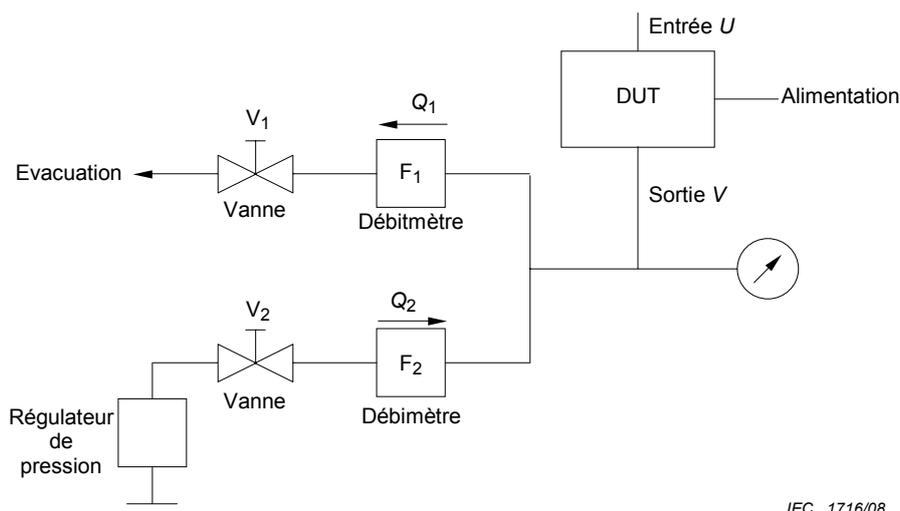
6.6.1 Mise en place initiale

La caractéristique de débit est la relation entre le débit d'air fourni/évacué en sortie et la variation de l'entrée (voir Figure 6).

NOTE Il suffit généralement de mesurer la caractéristique de débit pour une seule valeur d'intervalle (un changement de gain n'affectant que l'échelle d'entrée et non la forme de la caractéristique de débit ou les valeurs maximales de débit) et pour une seule valeur recommandée de la pression d'entrée. Si cela est requis, il est recommandé de mesurer aussi les valeurs de débit fourni/évacué aux pressions d'alimentation maximale et minimale spécifiées.

Il est recommandé de prévoir des moyens pour fournir et mesurer l'air entrant ou sortant de la canalisation de sortie, comme le montre la Figure 5.

Il convient de veiller à ce que la disposition de la tuyauterie n'ait pas de répercussion sur les résultats, et notamment d'éviter les tuyaux de grandes longueurs et de petit diamètre. La capacité de débit du régulateur utilisé pour l'essai doit être supérieure au débit maximal fourni par le DE tel que spécifié par le fabricant.



IEC 1716/08

Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la caractéristique de débit d'air

Fermer les deux vannes V_1 et V_2 (voir Figure 5). Effectuer tous les réglages préliminaires nécessaires sur le DE et bloquer ces réglages en position. Régler le signal d'entrée jusqu'à ce que le signal de sortie soit équilibré à 50 % de son intervalle. Lire la valeur réglée du signal d'entrée U_0 . On peut, si cela est demandé, refaire l'essai avec d'autres réglages de sortie de 10 % et 90 %.

6.6.2 Mesure du débit fourni Q_1

S'assurer que la vanne V_2 est fermée.

Ouvrir la vanne V_1 progressivement afin d'obtenir un débit fourni faible x . Rééquilibrer le signal de sortie V à 50 % de l'étendue en réglant à nouveau le signal d'entrée U et lire sa valeur U_1 . Déterminer la variation du signal d'entrée:

$$\Delta U_1 = U_1 - U_0$$

Procéder de la même façon avec des débits croissants jusqu'à un débit maximal Q_1 max. afin de détecter toute discontinuité dans la variation du signal d'entrée ΔU . Refermer la vanne V_1 .

Le débit fourni maximal Q_1 max. est le débit maximal auquel le signal de sortie V peut être rééquilibré à sa valeur précédente de 50 %.

NOTE Un accroissement du débit au-delà de cette valeur donnera lieu à une valeur de sortie inférieure qui ne pourra pas être rééquilibrée par un nouveau réglage du signal d'entrée.

6.6.3 Mesure du débit évacué Q_2

S'assurer que la vanne V_1 est fermée.

Ouvrir la vanne V_2 progressivement afin de fournir un débit d'évacuation faible y dans le DE.

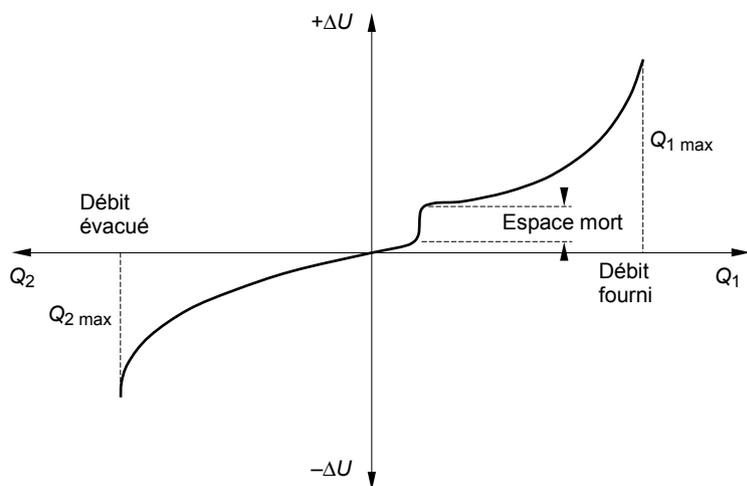
Procéder de la même façon qu'en 6.6.2 pour déterminer la variation du signal d'entrée U jusqu'au débit maximal Q_2 max.

Le débit évacué maximal Q_2 max. est le débit maximal auquel le signal de sortie V peut être rééquilibré à sa précédente valeur de 50 %.

NOTE Un accroissement des débits au-delà de cette valeur donnera lieu à une valeur de sortie plus élevée qui ne pourra pas être rééquilibrée par un nouveau réglage du signal d'entrée U .

6.6.4 Présentation des données

Il est recommandé de présenter les données sous forme de courbe comme le montre la Figure 6.



IEC 1717/08

Figure 6 – Caractéristique typique de débit d'air

Les données suivantes peuvent être obtenues à partir de la courbe ci-dessus:

- a) débit fourni maximal (Q_1 max.);
- b) variation ΔU_1 pour des débits fournis faibles;
- c) débit évacué maximal (Q_2 max.);
- d) variation ΔU_2 pour des débits d'évacuation faibles;
- e) hauteur de l'espace mort du relais de sortie en pourcentage de l'intervalle d'entrée U et débit d'air correspondant (fourni ou évacué). L'espace mort du relais de sortie est la discontinuité de la caractéristique de débit visible sur la Figure 6.

Il convient d'indiquer les valeurs de débit en m^3/h dans le rapport pour les conditions normalisées (température et pression). Indiquer également le gain réglé et la valeur de la pression d'alimentation.

6.7 Limites de réglage de la valeur inférieure de l'étendue et de l'intervalle

Il existe deux types de réglage de la valeur inférieure de l'étendue et de l'intervalle: ceux conçus pour compenser les tolérances de fabrication ou d'autres petites variations, et ceux conçus pour élever ou supprimer l'étendue du signal d'entrée en fonction de son étendue de sortie spécifiée.

Dans certains cas, les réglages destinés à compenser les tolérances de fabrication sont effectués par le fabricant et à la fin de cette opération, les moyens de réglage sont scellés par enrobage. Toutefois si les moyens de réglage sont accessibles, des essais doivent être effectués pour déterminer les limites de réglage. Il est recommandé que l'essai concernant les limites de réglage de la valeur inférieure de l'étendue et de l'intervalle soit effectué au moyen des quatre combinaisons de réglage extrêmes de la valeur inférieure de l'étendue et de l'intervalle.

Si le DE comporte un réglage séparé d'élévation ou de suppression, on doit vérifier cette possibilité parallèlement à l'essai du réglage de la valeur inférieure de l'étendue du DE; c'est-à-dire que le réglage d'élévation/suppression doit être réglé sur chacune de ces valeurs extrêmes, dans le sens dont l'effet s'ajoutera à celui de chaque réglage de la valeur inférieure de l'étendue. Cette méthode permet de déterminer la possibilité absolue de réglage de la valeur inférieure de l'étendue propre au DE.

6.8 Différentiel de commutation

Cet essai a pour but de déterminer la différence entre la valeur d'entrée juste suffisante pour activer une action de commutation, et la valeur d'entrée juste suffisante pour désactiver cette commutation (fourchette dans la CEI 60050-351, Figure 11).

L'essai est effectué en au moins trois points de commutation: 10 %, 50 % et 90 % de l'intervalle d'entrée. On fait varier le signal d'entrée progressivement jusqu'à ce que le commutateur s'enclenche. On inverse le signal et on le modifie progressivement jusqu'à ce que le commutateur passe au repos.

La différence algébrique entre les deux niveaux d'entrée est le différentiel de commutation; il est recommandé de l'exprimer en pourcentage de l'intervalle d'entrée idéal.

Si le commutateur est équipé d'une zone morte réglable, on effectue l'essai au réglage de différentiel minimal et maximal.

7 Dérive

7.1 Dérive au démarrage

Il est recommandé d'effectuer cet essai en mesurant les modifications de la sortie qui se produisent après la mise sous tension du DE.

Avant d'effectuer l'essai, le dispositif, hors tension, est soumis aux conditions d'environnement ambiantes ou recommandées par le constructeur pendant au moins 12 h. Il est recommandé de régler l'intervalle approximativement à la moyenne de l'intervalle maximal et minimal, la valeur inférieure de l'étendue étant réglée approximativement au point milieu de son étendue de réglage permise.

Un signal d'entrée à 90 % étant appliqué au dispositif, il convient de mettre en marche ce dispositif et de surveiller sa sortie jusqu'à stabilisation (pendant une période maximale de 4 h). Les résultats des mesures effectuées doivent être notés. La dérive au démarrage indiquée est le temps nécessaire à l'établissement et au maintien de la sortie dans les limites spécifiées par le fabricant.

7.2 Dérive à long terme

On doit faire fonctionner le dispositif pendant 30 jours et maintenir dans la mesure du possible un signal d'entrée constant correspondant à 90 % de l'intervalle. Il est recommandé de régler l'intervalle approximativement à la moyenne de l'intervalle maximal et minimal, la valeur inférieure de l'étendue étant réglée approximativement au point milieu de son étendue de réglage permise. Pour les dispositifs pourvus d'une entrée intermittente ou par échantillonnage ou pour laquelle il est difficile de maintenir un signal d'essai constant à l'entrée (par exemple certains types d'analyseurs) on doit appliquer un signal d'entrée correspondant à 90 % de l'intervalle au moins une fois par jour. On doit mesurer le signal d'entrée et de sortie, de préférence chaque jour ouvrable et on détermine la dérive de la sortie, en la corrigeant par calcul en fonction des petites variations de l'entrée. Il convient de s'assurer que la dérive à long terme n'est pas occultée par les changements dus aux conditions d'environnement ambiantes, à l'exception du temps. On doit mesurer la valeur inférieure de l'étendue et l'intervalle et les noter juste avant et après la période d'essai de 30 jours. Il convient que les données soient traitées afin de déterminer la droite la plus appropriée et de vérifier l'existence d'une dérive dans une direction ou d'une dérive aléatoire.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch