

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**Industrial process control devices – Radiation thermometers –
Part 1: Technical data for radiation thermometers**

**Dispositifs de commande des processus industriels – Pyromètres –
Partie 1: Données techniques pour les pyromètres**



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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**Industrial process control devices – Radiation thermometers –
Part 1: Technical data for radiation thermometers**

**Dispositifs de commande des processus industriels – Pyromètres –
Partie 1: Données techniques pour les pyromètres**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviations	5
3.1 Terms and definitions	5
3.2 Abbreviations	7
4 Technical data.....	8
4.1 Types of technical data	8
4.1.1 Metrological data	8
4.1.2 Equipment features	20
Annex A (informative)	21
Figure 1 – Demonstration of the response time to a rising temperature step	18
Figure 2 – Demonstration of the exposure time	19
Table 1 – Measurement uncertainty (example 1).....	10
Table 2 – Measurement uncertainty (example 2).....	10
Table A.1 – Change in indicated temperature corresponding to a 1 % change in the radiation exchange with a radiation thermometer at 23 °C	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL PROCESS CONTROL DEVICES –
RADIATION THERMOMETERS –****Part 1: Technical data for radiation thermometers**

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC/TS 62492-1, which is a technical specification, has been prepared by subcommittee 65B: Devices and process analysis, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
65B/622/DTS	65B/649/CC

Full information on the voting for the approval of this technical specification 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.

This Technical Specification is one of a series of publications on radiation thermometers. Future parts of this series are planned with the following titles:

Part 2: Determination of the technical data for radiation thermometers (under consideration);

Part 3: Calibration of radiation thermometers (under consideration).

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

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INDUSTRIAL PROCESS CONTROL DEVICES – RADIATION THERMOMETERS –

Part 1: Technical data for radiation thermometers

1 Scope

This Technical Specification applies to radiation thermometry. It defines the technical data, i.e. metrological data to be given in data sheets and operating instructions for radiation thermometers with one wavelength range and one measurement field, to ensure that the data and terminology are used consistently.

Technical data for radiation thermometers are frequently given using terms whose meaning is not clear and therefore open to misinterpretation. Moreover, the data are given for measuring conditions which are not standardised. Often, influence parameters and mutual interdependencies of technical data are not given. As a result, the user cannot easily compare the technical design and performance data of radiation thermometers and tests for compliance with the manufacturer's specifications are difficult to carry out.

The purpose of this Technical Specification is to facilitate comparability and testability. Therefore, unambiguous definitions are stipulated for stating technical data under standardised measuring conditions.

NOTE 1 Infrared ear thermometers are excluded from this Specification.

NOTE 2 It is not compulsory for manufacturers and sellers of radiation thermometers to include all items given in this Specification for a specific type of radiation thermometer. Only the relevant data should be stated and should comply with this Specification.

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.

Guide to the Expression of Uncertainty of Measurement (1995) [BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML]

International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (1993) [BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML]

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1

measuring temperature range

temperature range for which the radiation thermometer is designed

3.1.2**measurement uncertainty (accuracy)**

parameter, associated with the result of a measurement, that characterises the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand

3.1.3**noise equivalent temperature difference**

parameter which indicates the contribution of the measurement uncertainty in °C, which is due to instrument noise

3.1.4**measuring distance**

distance or distance range between the radiation thermometer and the target (measured object) for which the radiation thermometer is designed

3.1.5**field-of-view**

usually circular, flat surface of a measured object from which the radiation thermometer receives radiation

3.1.6**distance ratio**

ratio of the measuring distance to the diameter of the field-of-view when the target is in focus

3.1.7**size-of-source effect**

difference in the radiance- or temperature reading of the radiation thermometer when changing the size of the radiating area of the observed source

3.1.8**emissivity setting**

the emissivity of a surface is the ratio between the radiation emitted from this surface and the radiation from a blackbody at the same temperature. The emissivity describes a thermo-physical material characteristic, which in addition to the chemical composition of the material may also be dependent on the surface structure (rough, smooth), the emission direction as well as on the observed wavelength and the temperature of the measured object.

In most measuring situations a radiation thermometer is used on a surface with an emissivity significantly lower than 1. For this purpose most thermometers have the possibility of adjusting the *emissivity setting*. The temperature reading is then automatically corrected

3.1.9**spectral range**

parameter which gives the lower and upper limits of the wavelength range over which the radiation thermometer operates

3.1.10**influence of the internal instrument or ambient temperature (temperature parameter)**

parameter which gives the additional uncertainty of the measured temperature value depending on the deviation of the temperature of the radiation thermometer from the value for which the technical data is valid after warm-up time and under stable ambient conditions

3.1.11**influence of air humidity (humidity parameter)**

parameter which gives the additional uncertainty of the measured temperature value depending on the relative air humidity at a defined ambient temperature

3.1.12**long-term stability**

reproducibility of measurements repeated over a long time period

3.1.13**short-term stability**

reproducibility of measurements repeated over a short time period (several hours)

3.1.14**repeatability**

twice the standard deviation of measurements repeated under the same conditions within a very short time span (several minutes)

3.1.15**interchangeability**

maximum deviation between the readings of two instruments of the same type operating under identical conditions divided by two

3.1.16**response time**

time interval between the instant of an abrupt change in the value of the input parameter (object temperature or object radiation) and the instant from which the measured value of the radiation thermometer (output parameter) remains within specified limits of its final value

3.1.17**exposure time**

time interval necessary during which an abrupt change in the value of the input parameter (object temperature or object radiation) has to be present, such that the output value of the radiation thermometer reaches a given measurement value

3.1.18**warm-up time**

time period needed after switching on the radiation thermometer for the radiation thermometer to operate according to its specifications

3.1.19**operating temperature range and air humidity range**

permissible temperature range and humidity range within which the radiation thermometer may be operated. For this temperature range and humidity range the specifications are valid

3.1.20**storage and transport temperature range and air humidity range**

permissible ambient temperature range and humidity range within which the radiation thermometer may be stored and transported without suffering permanent change

3.2 Abbreviations

FWHM: Full width at half maximum

NETD: Noise equivalent temperature difference

SSE: Size-of-source effect

4 Technical data

4.1 Types of technical data

Two types of technical data have to be distinguished: metrological data and equipment features. The metrological data relate to the metrologically relevant values measured with a radiation thermometer, whereas the equipment features are mainly important for operation and convenience in the use of the equipment.

4.1.1 Metrological data

The following metrological data are used to describe the characteristics of a radiation thermometer:

- measuring temperature range (3.1.1)
- measurement uncertainty (accuracy) (3.1.2)
- noise equivalent temperature difference (NETD) (3.1.3)
- measuring distance (3.1.4)
- field-of-view (target area, measurement field) (3.1.5)
- distance ratio (distance factor) (3.1.6)
- size-of-source effect (SSE) (3.1.7)
- emissivity setting (3.1.8)
- spectral range (3.1.9)
- temperature parameter (3.1.10)
- humidity parameter (3.1.11)
- long-term stability (3.1.12)
- short-term stability (3.1.13)
- repeatability (3.1.14)
- interchangeability (3.1.15)
- response time (3.1.16)
- exposure time (3.1.17)
- warm-up time (3.1.18)
- operating temperature range and air humidity range (3.1.19)
- storage and transport temperature range and air humidity range (3.1.20)

Relevant parameters for the particular metrological data, e.g. measuring conditions, influence parameters and mutual interdependences shall be given.

Since several metrological data of a radiation thermometer depend on the emissivity setting of the instrument, they shall always be given for an emissivity setting of 1, if not stated otherwise. For radiation thermometers with an internal fixed emissivity setting different from 1, the specifications shall be given for the standard setting of the instrument and the emissivity value shall be stated. The measuring temperature range (3.1.1), the measurement uncertainty (3.1.2) and the noise equivalent temperature difference (3.1.3) of a radiation thermometer strongly depend on the emissivity setting of the radiation thermometer.

4.1.1.1 Measuring temperature range

4.1.1.1.1 General

The measurement uncertainty remains within the specified limits for the following temperature range.

NOTE Sometimes it is useful to state additionally a wider “indicating temperature range” over which the thermometer will display a temperature but its specifications are not guaranteed.

4.1.1.1.2 Examples of data

Measuring temperature range:

-50 °C to 1 000 °C

or

400 °C to 2 500 °C for the emissivity range 0,1 to 1,0

4.1.1.2 Measurement uncertainty (accuracy)

4.1.1.2.1 General

The value of the measurement uncertainty shall be given together with the measurement result (see the *Guide to the Expression of Uncertainty of Measurement*).

NOTE Where the measurement result M and the measurement uncertainty U are established, the value of the measurand lies with high probability within the limits $M - U$ and $M + U$. The measurement uncertainty should be stated as U , with a confidence level of approximately 95 % (expanded uncertainty, coverage factor $k = 2$).

The measurement uncertainty should be quoted with respect to the International Temperature Scale (currently ITS-90) – i.e. the uncertainty should include both the dispersion of the instrument readings with respect to the calibration artefacts used and the uncertainty in the traceability of these calibration artefacts to the ITS-90. Alternatively, the two contributions may be stated separately.

The frequently-used term “accuracy” is a qualitative concept and should not be used with numerical details. It generally signifies the closeness of the agreement between the result of a measurement and the value of the measurand (see the *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*).

4.1.1.2.2 Required parameters

The measurement uncertainty depends on the confidence level (a confidence level of approximately 95 % should be given), the measured temperature, the ambient temperature, the internal temperature of the radiation thermometer, the air humidity, the source diameter and the field of view (respectively the measurement distance), therefore these parameters are to be stated.

To simplify the uncertainty statement and make it more comparable, standardised measurement conditions shall be used as far as possible: The measurement uncertainty shall be stated for a confidence level of approximately 95 % and shall be valid over the complete specified operating temperature range and air humidity range (3.1.19), if not stated otherwise. Alternatively it shall be stated for: Confidence level approximately 95 %, ambient temperature 23 °C, relative air humidity of 50 % at 23 °C.

NOTE Radiation thermometers often cover a wide measuring temperature range and the radiance signal strongly increases with the target temperature. Uncertainties in temperature measurement arise from drift and noise. The noise contribution is often higher at the bottom of the temperature range and typically insignificant over most of the temperature range. For a complete specification manufacturers should provide the measurement uncertainty sampled across the complete measuring temperature range (3.1.1). This may be done by a table (see Table 1 and Table 2).

4.1.1.2.3 Examples of data

Measurement uncertainty:

0,5 °C + 0,2 % of the measured value in °C at a confidence level of approximately 95 %, over the complete measuring temperature range, over the complete instrument operating temperature and air humidity range, a source diameter of 60 mm (with a surrounding area at t = 23 °C) and over the complete measuring distance

or

0,5 °C at a confidence level of approximately 95 %, a measured temperature of 100 °C, an internal temperature of the instrument from 0 °C to 60 °C, a relative air humidity of 50 % at 23 °C, a source diameter of 60 mm (with a surrounding area at t = 23 °C) and a distance of 1 m

or

Table 1 – Measurement uncertainty (example 1)

Measured temperature °C	Uncertainty (95 % confidence level) °C	Internal temperature range °C	Ambient conditions	Source diameter mm	Measuring distance m
100	0,8	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
100	0,5	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1
500	1,5	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
500	1,0	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1
900	2,6	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
900	2,0	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1

or

Table 2 – Measurement uncertainty (example 2)

Measured temperature °C	Uncertainty (95 % confidence level) °C	Internal temperature range °C	Ambient conditions	Source diameter mm	Measuring distance m
100	0,5	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
100	0,6	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1
500	1,0	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
500	1,2	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1
900	2,0	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
900	2,4	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1

4.1.1.3 Noise equivalent temperature difference (NETD)

4.1.1.3.1 General

Noise occurs in all electrical equipment. A sufficiently large signal-to-noise ratio shall be realised for each quantitative measurement. With spectral or band-pass radiation thermometers, the signal-to-noise ratio is basically improved by increasing the response time (integration time). The noise is highly dependent on the particular signal processing. In

contrast to the other metrological data, the confidence interval in this case is 68,3 % (standard uncertainty, $k = 1$).

For low cost instruments the NETD may be limited by the resolution of the instrument.

The NETD is generally largest at the lowest temperature of the measuring temperature range. For more information on the NETD the manufacturer should be contacted.

4.1.1.3.2 Required parameters

The measured temperature and the response time (3.1.16) are to be stated with the NETD. For some instruments the NETD depends on the instrument- or ambient temperature. For these instruments the instrument- or ambient temperature also has to be stated.

4.1.1.3.3 Examples of data

Noise equivalent temperature difference:

0,1 °C (20 °C / 0,25 s)

at a measured temperature of 20 °C and response time of $t_{R90\%} = 0,25$ s

or

0,1 °C (20 °C / 100 Hz to 1 kHz)

at a measured temperature of 20 °C and after the signal has passed through a band pass filter from 100 Hz to 1 kHz

4.1.1.4 Measuring distance

4.1.1.4.1 General

For the distance or distance range specified in 4.1.1.4.3, the specifications are valid if not stated otherwise.

NOTE With the measuring distance the field-of-view (3.1.5) and the size-of-source effect (3.1.7) change. Therefore the manufacturer should additionally provide a graph or equation showing the field-of-view as a function of the measuring distance.

4.1.1.4.2 Required parameters

It has to be stated from which part of the radiation thermometer the distance to the target has to be measured.

NOTE Stating the measuring distance from the front lens should be avoided, as it is impractical.

4.1.1.4.3 Examples of data

Measuring distance:

385 mm from the red mark on the objective tube

or

200 mm to 1 000 mm from the front edge of the objective tube

4.1.1.5 Field-of-view

4.1.1.5.1 General

Its magnitude is determined by the optical components in the radiation thermometer. As the field-of-view is not sharply defined, it is necessary to state the diameter of the field-of-view at

which the signal has dropped to a certain fraction of its total integrated value (hemispherical value) (see first three examples in 4.1.1.5.3).

Other synonymous terms used for the field-of-view are target area, target size and measurement field.

NOTE The transfer function between the measured radiation (input parameter) and temperature (output parameter) is non-linear. As an example the change in indicated temperature corresponding to a 1 % change in the radiation exchange with a radiation thermometer is given in Annex A. The field-of-view is therefore either defined for the fraction of measured radiation or, for instruments which only read directly in temperature, it is necessary to specify a change in the measured temperature in °C at a given temperature for the field-of-view in comparison to the total integrated value (hemispherical value).

4.1.1.5.2 Required parameters

As the field-of-view value depends on the stated fraction of signal to its maximum value (hemispherical value) and usually on the measuring distance (3.1.4), it is necessary to state the measuring distance in addition to the fraction. The fraction value should be at least 90 %; typical values are 90 %, 95 % and 99 %.

The relation between the field-of-view and the measuring distance should be shown by an equation or a figure.

As an alternative, the distance ratio (3.1.6) can be used, specified as the measuring distance divided by the diameter of the field-of-view.

For instruments which only read in temperature, it is necessary to specify with the field-of-view the change in the measured temperature in comparison to the total integrated value at the specified measured temperature. As a minimum these values should be given for the top, middle and bottom of the temperature range (see fourth example in 4.1.1.5.3).

The complete information would be a graph, which shows the signal or temperature versus source size (see size-of-source effect 3.1.7).

NOTE For some radiation thermometers, especially for high temperature instruments, it is impracticable to relate the field-of-view to a hemispherical value. In this case it is allowed to relate the given field-of-view to a larger source (e.g. twice as large in area as the field-of-view) (see fifth example in 4.1.1.5.3).

The area of the source must always be given. Since the field-of-view and the size-of-source effect are strongly related see also 3.1.7.

4.1.1.5.3 Examples of data

Field-of-view:

3,4 mm diameter (90 %), measuring distance: 400 mm

or

4,0 mm diameter (95 %), measuring distance: 400 mm

or

7,0 mm diameter (99 %), measuring distance: 400 mm

or

4,0 mm diameter (1,7 °C at 100 °C, 6 °C at 400 °C, 12 °C at 700 °C), measuring distance: 400 mm

or

4,0 mm diameter (5 % increase in measured radiation when the radiation source is twice as large in area as the field-of-view), measuring distance: 400 mm

4.1.1.6 Distance ratio

4.1.1.6.1 General

Another synonymous term used for the distance ratio is “distance factor”.

4.1.1.6.2 Required parameters

For variable focus instruments the distance ratio should be specified for a measuring distance of 1 m, if this lies within the focusing range. If it does not lie within the focusing range, then a suitable distance within the focusing range should be chosen.

4.1.1.6.3 Examples of data

Distance ratio:

120:1 (90 %), measuring distance: 1 m

or

150:1 (95 %), measuring distance: 1 200 mm

4.1.1.7 Size-of-source effect (SSE)

4.1.1.7.1 General

Imperfections in the optical components, interelement reflections and scatter lead to a blurring of the field-of-view of a radiation thermometer. Therefore, a radiation thermometer with an ideally sharp field-of-view profile is not realizable and in practice the signal of a radiation thermometer is dependent of the size of the observed source (size-of-source effect). To describe the SSE, the difference in the radiance- or temperature reading of the radiation thermometer when changing the size of the radiating area of the observed source shall be stated. The source must have a stable and homogenous radiance within this area (i.e. the temperature and emissivity of the source shall not change when changing the size of the radiating area or such changes have to be corrected). The complete information would be a graph, which shows the signal or temperature reading versus source size (size-of-source effect).

To simplify the SSE statement and make it more comparable, the following measurement conditions shall be used as far as possible: The SSE is to be stated at a given measuring distance, measured temperature and ambient temperature, when observing a target with the area of the nominal field-of-view and twice the area of the nominal field-of-view or more than twice the area of the nominal field-of-view. In the later case, the area should be specified.

NOTE The SSE is either defined as the relative change in the observed radiance or, for instruments which only read in temperature, as the absolute change in the measured temperature at a given temperature, when changing the observed target area. Since the latter definition depends on the source temperature it is necessary to state the SSE at the top, middle and bottom temperatures of the measuring temperature range.

4.1.1.7.2 Required parameters

With the size-of-source effect it is necessary to state the measuring distance and the measured temperature. Additionally, when relevant the ambient temperature and the temperature of the surrounding of the source (the temperature of the source aperture) when it is different from the ambient temperature has to be stated.

4.1.1.7.3 Examples of data

Size-of-source effect:

SSE: 4,5 % increase in radiance reading when increasing the radiating area from the specified (nominal) field-of-view to twice the field-of-view (doubling the area of the nominal

target area), measuring distance: 400 mm, measured temperature 500 °C, ambient temperature 23 °C

or

SSE: 1,045 radiance ratio when increasing the radiating area from the specified (nominal) field-of-view to twice the field-of-view, measuring distance: 400 mm, measured temperature: 500 °C, ambient temperature: 23 °C

or

1,7 °C at 100 °C, 6 °C at 400 °C, 12 °C at 700 °C increase in temperature reading when increasing the radiating area from the specified (nominal) field-of-view to twice the field-of-view, measuring distance: 400 mm, ambient temperature 23 °C

4.1.1.8 Emissivity setting

4.1.1.8.1 General

For all metrological data the emissivity setting shall be 1 if not specified otherwise (see 4.1.1).

4.1.1.8.2 Required parameters

The range and the resolution of the emissivity setting shall be given. For information on the internal emissivity correction procedure the manufacturer has to be contacted.

4.1.1.8.3 Examples of data

Emissivity setting:

0,100 to 1,000, resolution 0,001

or

0,10 to 1,00, resolution 0,01

4.1.1.9 Spectral range

4.1.1.9.1 General

The spectral range is given in μm or nm. The lower and upper wavelength limits at which the spectral responsivity has reached 50 % of the peak responsivity are given as the spectral range. Alternatively, a mean wavelength and full wavelength width at which the responsivity has reached 50 % of the peak sensitivity (FWHM) are given.

NOTE For some radiation thermometers, especially for narrow band or spectral radiation thermometers, it is more useful to give lower and upper wavelength limits at which the spectral responsivity has reached significantly less than 50 % of the peak responsivity (e.g. 10 %). In this case the criteria for the wavelength limits have to be stated.

It is common for spectral radiation thermometers to give the mean wavelength of the spectral range and the FWHM, and for band pass radiation thermometers to give the lower and upper limits.

All elements of the optical system of the thermometer are to be taken into account when determining the spectral responsivity.

4.1.1.9.2 Examples of data

Spectral range:

0,9 μm , FWHM 0,2 μm

or

8 μm to 14 μm

4.1.1.10 Influence of the internal instrument or ambient temperature (temperature parameter)

4.1.1.10.1 General

The technical data of a radiation thermometer, e.g. the measurement uncertainty (3.1.2), shall be valid over the complete operating instrument or ambient temperature range and air humidity range (3.1.19), if not stated otherwise. If the measurement uncertainty is not valid in the complete operating instrument or ambient temperature range, the manufacturer shall state a temperature parameter which gives the additional measurement uncertainty when the instrument or ambient temperature deviates from a given reference temperature.

The instrument temperature is the internal temperature of the instrument. For instruments with no internal temperature indication the ambient temperature shall be stated instead of the instrument temperature. The instrument temperature value (reference temperature) or instrument temperature range for which the technical data are valid shall be stated (operating temperature range (3.1.19)). Alternatively, the ambient temperature shall be used as the reference temperature.

A deviation of the instrument or ambient temperature from the instrument reference temperature value or operating temperature range for which the technical data is valid leads to an additional measurement uncertainty. The temperature parameter gives the additional uncertainty of the measured value depending on the deviation of the temperature of the radiation thermometer from the value for which the technical data is valid after warm-up time and under stable ambient conditions. It is given as the absolute or relative increase in the uncertainty of the measured value when the instrument or ambient temperature deviates from the reference temperature.

4.1.1.10.2 Required parameters

For many instruments the temperature parameter will depend on the target temperature. In this case the temperature range for which the parameter applies has to be stated.

4.1.1.10.3 Examples of data

Temperature parameter:

0,2 $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ (25 $^{\circ}\text{C}$, 600 $^{\circ}\text{C}$), 0,02 $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ (25 $^{\circ}\text{C}$ > 700 $^{\circ}\text{C}$)

additional uncertainty of the measured temperature where the internal temperature of the radiation thermometer deviates from 25 $^{\circ}\text{C}$ for a target temperature of 600 $^{\circ}\text{C}$ and for target temperatures above 700 $^{\circ}\text{C}$

or

0,2 % of the measured value in $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ (23 $^{\circ}\text{C}$)

additional relative uncertainty of the measured value where the internal temperature of the radiation thermometer deviates from 23 $^{\circ}\text{C}$ for the complete measuring temperature range

4.1.1.11 Influence of air humidity (humidity parameter)

4.1.1.11.1 General

The technical data of a radiation thermometer, e.g. the measurement uncertainty (3.1.2), shall be valid over the specified measuring distance (3.1.4) and operating temperature range and air humidity range (3.1.19), if not stated otherwise. If within the specified measurement distance the measurement uncertainty is not valid in the complete operating air humidity range, the manufacturer shall state a humidity parameter which gives the additional measurement uncertainty when the air humidity deviates from a given reference humidity.

NOTE The humidity parameter depends on a variety of factors. Its measurement by the manufacturer and its application by the user is difficult. In general, therefore, working with a humidity parameter should be avoided and the specified measurement uncertainty should be valid over the complete specified operating air humidity and measuring distance range.

The effect of humidity should be described in the operating instructions of the radiation thermometer. Some radiation thermometers allow an internal correction of the influence of humidity on the signal, when the air humidity, air temperature and measuring distance are set by the user.

The reference air humidity is the air humidity for which the technical data are valid and shall be stated.

A deviation of the air humidity from the reference air humidity leads to an additional uncertainty in temperature measurement. The humidity parameter gives the additional uncertainty of the measured temperature value depending on the relative air humidity at a defined ambient temperature. It is given as the absolute or relative increase in uncertainty in the measured value per percentage change in the air humidity relative to the reference humidity.

4.1.1.11.2 Required parameters

The humidity parameter depends on the measuring distance and when stated as a temperature shift also on the target temperature. The humidity parameter should always be stated for a measuring distance, target temperature, reference humidity and ambient temperature which is typical for the application of the radiation thermometer. If no target temperature is stated, the parameter shall be valid for the whole measuring temperature range.

4.1.1.11.3 Examples of data

Humidity parameter:

0,2 °C/% (50 %, 23 °C, 1 m, 600 °C), 0,1 °C/% (50 %, 23 °C, 1 m, < 500 °C)

additional uncertainty of the measured temperature where the relative humidity deviates from 50 % at 23 °C for a measuring distance of 1 m for a target temperature of 600 °C and target temperatures below 500 °C

or

0,02 % of the measured value in °C/% (45 %, 23 °C, 1 m)

additional uncertainty of the measured value where the relative humidity deviates from 45 % at 23 °C for a measuring distance of 1 m for the complete measuring temperature range

4.1.1.12 Long-term stability

4.1.1.12.1 General

The long-term stability should be stated in °C over a time span of 90 days or over 1 year.

4.1.1.12.2 Required parameters

The long-term stability depends on the stability of the mechanical, electrical and optical components of the radiation thermometer, the measured temperature and the confidence level. The last two parameters are to be stated.

4.1.1.12.3 Example of data

Long-term stability:

± 2 °C over 90 days

at a measured temperature of 100 °C and a confidence level of approximately 95 %

or

± 3 °C over 1 year

at a measured temperature of 100 °C and a confidence level of approximately 95 %

4.1.1.13 Short-term stability

4.1.1.13.1 General

The short-term stability should be stated in a rate °C/h or as a maximum temperature deviation within a short time span (several hours) after warm-up time.

4.1.1.13.2 Required parameters

The short-term stability depends on the measured temperature, the confidence level, the response time (3.1.16) and the internal instrument or ambient temperature. These parameters are to be stated.

4.1.1.13.3 Example of data

Short-term stability:

$\pm 0,1$ °C/h

at a measured temperature of 50 °C, a confidence level of approximately 95 %, a response time of $t_{R90\%} = 1$ s and an instrument temperature of 25 °C after warm-up time

or

better than 0,5 °C at a measured temperature of 50 °C, a response time of $t_{R90\%} = 1$ s and an instrument temperature of 25 °C within 5 h after warm-up time

4.1.1.14 Repeatability

4.1.1.14.1 Required parameters

The repeatability depends on the measured temperature and the response time (3.1.16) and may depend on the internal instrument or ambient temperature. These parameters are to be stated.

4.1.1.14.2 Example of data

Repeatability:

$\pm 0,05$ °C

at a response time of $t_{R90\%} = 1$ s, a measured temperature of 50 °C, a confidence level of approximately 95 % and an instrument temperature of 23 °C

4.1.1.15 Interchangeability

4.1.1.15.1 General

No two instruments will differ by more than twice this figure (see example given in 4.1.1.15.2)

NOTE The interchangeability value will not necessarily be the same as the uncertainty value. It is a critical parameter for the production control, when an instrument should be replaced by another of the same type.

4.1.1.15.2 Example of data

Interchangeability:

$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ in the temperature range 400 °C to 1 300 °C

4.1.1.16 Response time

4.1.1.16.1 General

The lower/upper temperature value for specifying the response time has to be a temperature value within, respectively, the lower/upper quartile of the measuring temperature range (see Figure 1).

For a radiation thermometer the rise and fall times (response times for rising and falling temperature steps) may be different. If this is the case, it shall be stated.

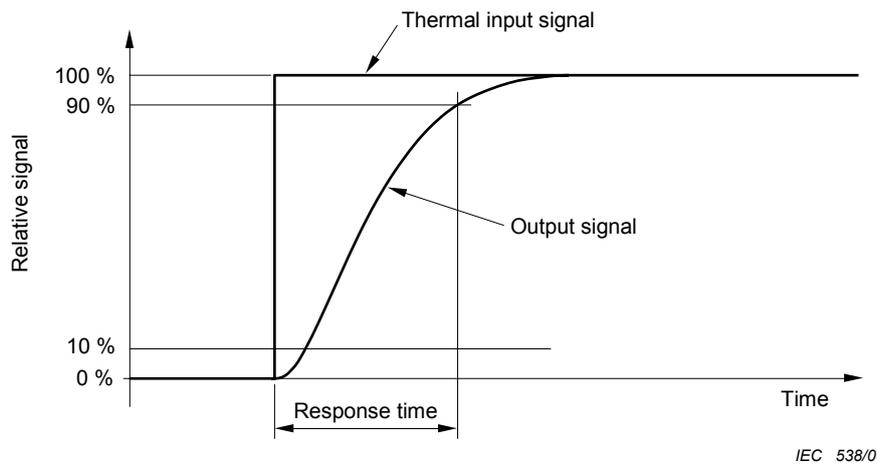


Figure 1 – Demonstration of the response time to a rising temperature step

4.1.1.16.2 Required parameters

The response time depends on the type of signal processing within the radiation thermometer. The magnitude of the temperature step (lower value and upper value) as well as the percentage or temperature limit are to be given when stating the response time. The response time has to be measured after warm up time and under stable ambient conditions.

4.1.1.16.3 Examples of data

Response time:

$t_{R90\%} = 0,05 \text{ s (} 25 \text{ }^\circ\text{C, } 100 \text{ }^\circ\text{C)}$

0,05 s for 90 % of the maximum value of the temperature step from 25 °C to 100 °C

or

$t_{R99\%} = 1 \text{ s (} 20 \text{ }^\circ\text{C, } 1 \text{ 000 }^\circ\text{C)}$

1 s for 99 % of the maximum value of the temperature step from 20 °C to 1 000 °C

4.1.1.17 Exposure time

4.1.1.17.1 General

The exposure time is a relevant specification for radiation thermometers which have a significant delay time as part of their response time and observe objects passing through their field of view within a time span shorter than the response time (see Figure 2). In this case the exposure time is a relevant specification which shall be given by the manufacturer of the radiation thermometer.

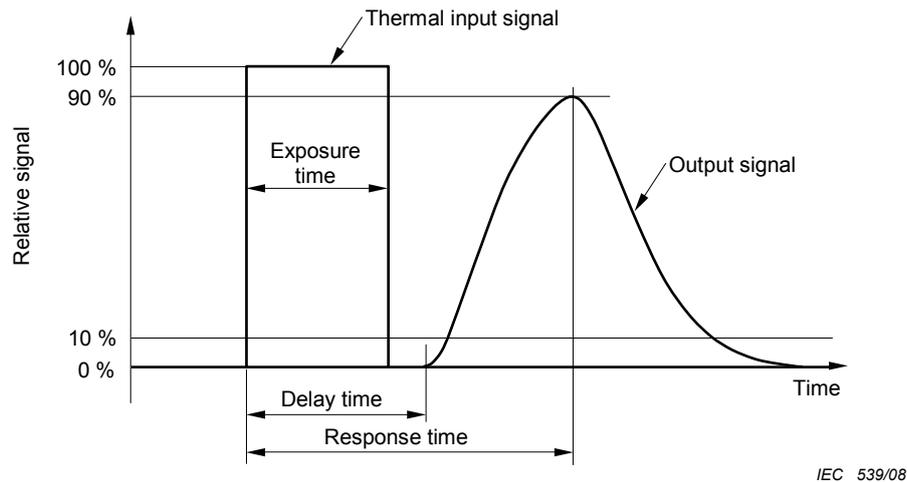


Figure 2 – Demonstration of the exposure time

4.1.1.17.2 Required parameters

The exposure time depends on the signal processing conditions within the radiation thermometer, the magnitude of the temperature step (starting value and plateau value) as well as the reached percentage of the temperature step of the output signal. The exposure time has to be measured after warm up time and under stable ambient conditions.

4.1.1.17.3 Examples of data

Exposure time:

$$t_{E90\%} = 0,03 \text{ s (25 °C, 100 °C, 90 \%)}$$

0,03 s for 90 % of the maximum value of the temperature step from 25 °C to 100 °C

or

$$t_{E95\%} = 0,1 \text{ s (20 °C, 1 000 °C, 95 \%)}$$

0,1 s for 95 % of the maximum value of the temperature step from 20 °C to 1 000 °C

4.1.1.18 Warm-up time

4.1.1.18.1 Example of data

Warm-up time:

15 min at 23 °C ambient temperature

4.1.1.19 Operating temperature range and air humidity range

4.1.1.19.1 General

For instruments with no internal temperature indication the ambient temperature shall be stated instead of the instrument temperature (3.1.10). The specified relative air humidity range is valid over the complete specified operating temperature range, if not stated otherwise (see 3.1.10 and 3.1.11).

4.1.1.19.2 Examples of data

Operating temperature range and air humidity range:

10 °C to 50 °C, 30 % to 70 %

or

-20 °C to 80 °C, 40 % to 60 %

or

10 °C to 50 °C, less than 85 % relative humidity at 35 °C

4.1.1.20 Storage and transport temperature range and air humidity range

4.1.1.20.1 General

The specified relative air humidity range is valid over the complete specified storage temperature range, if not stated otherwise.

Condensation is a major cause of damage to instruments in “storage”, often resulting when a cold instrument is brought into a warm environment.

4.1.1.20.2 Example of data

Storage and transport temperature range and air humidity range:

-20 °C to 80 °C, 10 % to 90 % non-condensing

4.1.2 Equipment features

Equipment features are usually application and user-orientated and should be given in addition to the metrological data.

The following are examples of equipment features:

- *type of radiation thermometer*: total radiation, broad-band, narrow-band, spectral, etc.
- *mechanical and electrical connecting conditions*: type of protection, vibration resistance, load resistance of signal converter/processor, insulation resistance, dielectric withstand voltage, etc.
- *detector*: thermopile, pyroelectric, Si, Ge, InGaAs, PbS, InSb, HgCdTe (MCT), etc.
- *output types*: display, analogue (e.g. DC 4-20 mA), digital (e.g. RS232C), etc.
- *output signal*: minimal signal step size, refresh time, etc.
- *display*: resolution, etc.
- *optical system*: aperture, lens, mirror, fibre, etc.
- *focussing*: fixed focus, variable focus
- *target marking*: yes/no, if yes type (laser, LED, ...) and alignment uncertainty
- *view finder*: yes/no, if yes type and alignment uncertainty
- *component*: separate, united
- *usage*: portable, installed, etc.

Annex A (informative)

Table A.1 hereunder gives an example of the change in indicated temperature corresponding to a 1 % change in the radiation exchange with a radiation thermometer at 23 °C.

Table A.1 – Change in indicated temperature corresponding to a 1 % change in the radiation exchange with a radiation thermometer at 23 °C

Wavelength μm	0,65	0,85	1,0	1,6	2,2	3,43	3,9	5,2	8,0	11,5
Measured Temperature °C	Temperature Change °C									
-100										
-50										0,7
0									0,0	0,0
50						0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
100					0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
150					0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1
200					0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4
250				0,3	0,4	0,7	0,7	1,0	1,4	1,8
300				0,4	0,5	0,8	0,9	1,2	1,7	2,1
350				0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	2,0	2,5
400				0,5	0,7	1,1	1,2	1,6	2,3	2,9
450			0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,9	2,6	3,3
500			0,4	0,7	0,9	1,4	1,6	2,1	3,0	3,7
550			0,5	0,8	1,0	1,6	1,8	2,4	3,3	4,1
600		0,5	0,5	0,9	1,2	1,8	2,0	2,6	3,7	4,5
650		0,5	0,6	1,0	1,3	2,0	2,3	2,9	4,0	4,9
700		0,6	0,7	1,1	1,5	2,2	2,5	3,2	4,4	5,3
750	0,5	0,6	0,7	1,2	1,6	2,5	2,8	3,5	4,8	5,8
800	0,5	0,7	0,8	1,3	1,8	2,7	3,0	3,9	5,2	6,2
850	0,6	0,7	0,9	1,4	1,9	2,9	3,3	4,2	5,6	6,6
900	0,6	0,8	1,0	1,5	2,1	3,2	3,6	4,5	6,0	7,1
950	0,7	0,9	1,0	1,7	2,3	3,5	3,9	4,9	6,4	7,5
1000	0,7	1,0	1,1	1,8	2,5	3,7	4,2	5,2	6,8	8,0
1100	0,9	1,1	1,3	2,1	2,9	4,3	4,8	5,9	7,6	8,9
1200	1,0	1,3	1,5	2,4	3,3	4,9	5,4	6,7	8,5	9,8
1300	1,1	1,5	1,7	2,8	3,7	5,5	6,1	7,4	9,4	10,7
1400	1,3	1,7	2,0	3,1	4,2	6,1	6,8	8,2	10,2	11,7
1500	1,4	1,9	2,2	3,5	4,7	6,8	7,5	9,0	11,1	12,6
1600	1,6	2,1	2,4	3,9	5,2	7,5	8,2	9,8	12,0	13,5
1700	1,8	2,3	2,7	4,3	5,8	8,2	8,9	10,6	12,9	14,5
1800	1,9	2,5	3,0	4,7	6,3	8,9	9,7	11,5	13,8	15,4
1900	2,1	2,8	3,3	5,2	6,9	9,6	10,5	12,3	14,8	16,4
2000	2,3	3,1	3,6	5,7	7,5	10,4	11,3	13,2	15,7	17,4

NOTE For "Measured Temperature" lower than marked by the bold line, the temperature of the radiation thermometer (23 °C) has to be taken in account.

The change in indicated temperature corresponding to a change in the radiant power received by the radiation thermometer is calculated as:

$$\Delta T = |T(\lambda, |(1 + B) \times (L_{(\lambda, T_s)} - L_{(\lambda, T_{Ref})}) + L_{(\lambda, T_{Ref})}) - T_S|$$

where

- $T(\lambda, L)$ is the temperature according to the inverse function of Planck's law;
 $L_{(\lambda, T)}$ is the spectral radiance according to Planck's law;
 λ is the wavelength;
 T_S is the temperature of the source;
 T_{Ref} is the temperature of the reference (temperature of the radiation thermometer);
 T_{Ref} is 23 °C;
B is 1 %.
-

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	25
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives.....	27
3 Termes, définitions et abréviations	27
3.1 Termes et définitions.....	27
3.2 Abréviations	29
4 Données techniques.....	30
4.1 Types de données techniques	30
4.1.1 Données métrologiques.....	30
4.1.2 Caractéristiques du matériel.....	42
Annexe A (informative)	44
Figure 1 – Illustration du temps de réponse pour un échelon de température montant.....	40
Figure 2 – Illustration du temps de réponse	41
Tableau 1 – Incertitude de mesure (exemple 1)	32
Tableau 2 – Incertitude de mesure (exemple 2)	32
Tableau A.1 – Variation de la température indiquée correspondant à une variation de 1 % du rayonnement reçu par un pyromètre à 23 °C	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS DE COMMANDE DES PROCESSUS INDUSTRIELS –
PYROMÈTRES –****Partie 1: Données techniques pour les pyromètres****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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI/TS 62492-1, qui est une spécification technique, a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs et analyse de processus, du comité d'études 65 de la CEI: Mesures et commandes dans les processus industriels.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
65B/622/DTS	65B/649/CC

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

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

Cette Spécification technique appartient à d'une série de publications sur les pyromètres. Les futures parties de cette série sont prévues avec les titres suivants:

Partie 2: Détermination des données techniques pour les pyromètres (à l'étude) ;

Partie 3: Etalonnage des pyromètres (à l'étude).

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

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

DISPOSITIFS DE COMMANDE DES PROCESSUS INDUSTRIELS – PYROMÈTRES –

Partie 1: Données techniques pour les pyromètres

1 Domaine d'application

La présente Spécification technique est applicable au domaine de la thermométrie par rayonnement (pyrométrie). Elle définit les données techniques, c'est à dire les données métrologiques à fournir dans les feuilles descriptives et les instructions de fonctionnement des pyromètres fonctionnant dans un domaine de longueur d'onde et un domaine de mesure, afin de garantir que les données et la terminologie sont utilisées avec cohérence.

Les données techniques pour les pyromètres sont fréquemment exprimées en utilisant des termes dont la signification n'est pas claire et en conséquence, elles peuvent conduire à des interprétations erronées. De plus, les données sont fournies pour des conditions de mesure qui ne sont pas normalisées. Souvent des paramètres d'influence et les interdépendances mutuelles ne sont pas établis. Il en résulte que l'utilisateur ne peut pas comparer facilement la conception technique et les données d'aptitude à la fonction des pyromètres et les essais de conformité par rapport aux spécifications du constructeur sont difficiles à réaliser.

L'objet de cette Spécification technique est de faciliter la comparabilité et la testabilité. En conséquence, des définitions non ambiguës sont stipulées pour établir des données techniques, dans des conditions de mesures normalisées.

NOTE 1 Les thermomètres tympaniques, travaillant dans l'infrarouge sont hors du domaine de la présente Spécification.

NOTE 2 Il n'est pas obligatoire pour les constructeurs et les vendeurs de pyromètres d'inclure tous les points cités dans la présente Spécification, dans la spécification d'un pyromètre spécifique. Il convient que seules les données pertinentes soient établies et soient conformes à la présente Spécification technique.

2 Références normatives

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

Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (1995) [BIPM, CEI, FICC, ISO, OIML, UICPA, UIPPA]

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (1993) [BIPM, CEI, FICC, ISO, OIML, UICPA, UIPPA]

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présents document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

étendue de la température mesurable

étendue de température pour laquelle le pyromètre est conçu

3.1.2

incertitude de mesure (précision)

paramètre associé au résultat d'une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent raisonnablement être attribuées au mesurande

3.1.3

différence de température équivalente au bruit

paramètre qui indique la contribution de l'incertitude de mesure en °C, qui résulte du bruit de l'instrument

3.1.4

distance de mesure

distance, ou domaine de distances, entre le pyromètre et la cible (objet à mesurer) pour laquelle le pyromètre est conçu

3.1.5

champ de visée

généralement une surface circulaire et plane d'un objet mesuré duquel le pyromètre reçoit un rayonnement

3.1.6

rapport de distance

rapport de la distance de mesure sur le diamètre du champ de visée, quand la focalisation est réalisée sur la cible

3.1.7

effet de taille de source

différence dans la lecture de la luminance ou de la température quand la taille de la surface rayonnante de la source observée varie

3.1.8

réglage de l'émissivité

l'émissivité d'une surface est le rapport entre le rayonnement émis par cette surface et le rayonnement d'un corps noir à la même température. L'émissivité décrit une caractéristique thermo-physique d'une matière qui en plus de la composition chimique de la matière peut aussi dépendre de la structure de la surface (rugueuse, lisse), de la direction de l'émission ainsi que de la longueur d'onde observée et de la température de l'objet mesuré.

Dans la plupart des situations de mesure, un pyromètre est utilisé pour une surface dont l'émissivité est significativement inférieure à 1. Pour cette raison, la plupart des pyromètres possèdent un *réglage de l'émissivité*. La lecture de température est ainsi corrigée automatiquement.

3.1.9

domaine spectral

paramètre donnant les limites inférieure et supérieure de l'étendue de longueur d'onde sur laquelle le pyromètre fonctionne

3.1.10

influence de la température interne de l'instrument ou de la température ambiante (paramètre de température)

paramètre donnant l'incertitude supplémentaire de la valeur mesurée de la température qui dépend de l'écart de la température du pyromètre par rapport à la valeur pour laquelle les données techniques sont valides après le temps de stabilisation thermique et dans des conditions ambiantes stables

3.1.11**influence de l'humidité de l'air (paramètre d'humidité)**

paramètre donnant l'incertitude supplémentaire de la valeur mesurée de la température qui dépend de l'humidité relative de l'air à une température ambiante définie

3.1.12**stabilité à long terme**

reproductibilité de mesures répétées sur une longue durée

3.1.13**stabilité à court terme**

reproductibilité de mesures répétées sur une courte durée (quelques heures)

3.1.14**reproductibilité**

deux fois l'écart type de mesures répétées dans les mêmes conditions dans un très court intervalle de temps (quelques minutes)

3.1.15**interchangeabilité**

écart maximal entre les lectures de deux instruments du même type fonctionnant dans des conditions identiques, divisé par deux

3.1.16**temps de réponse**

intervalle de temps entre l'instant d'un changement abrupt de la valeur du paramètre d'entrée (température d'objet ou rayonnement d'objet) et l'instant auquel la valeur mesurée du pyromètre (paramètre de sortie) reste dans des limites spécifiées de sa valeur finale

3.1.17**temps d'exposition**

intervalle de temps nécessaire pendant lequel un changement abrupt de la valeur du paramètre d'entrée (température d'objet ou rayonnement d'objet) doit être présent afin que la valeur de sortie du pyromètre atteigne une valeur de mesure donnée

3.1.18**temps de chauffe (de stabilisation thermique)**

durée nécessaire après la mise en marche du pyromètre pour que celui-ci fonctionne conformément à ses spécifications

3.1.19**domaine de température et domaine d'humidité de l'air pour le fonctionnement**

domaines de température et d'humidité permis pour lesquelles le pyromètre peut fonctionner. Pour ce domaine de température et ce domaine d'humidité, les spécifications sont valides

3.1.20**domaine de température et domaine d'humidité de l'air pour le stockage et le transport**

domaines de température ambiante et d'humidité permis dans lesquels le pyromètre peut être stocké et transporté sans subir un dommage permanent

3.2 Abréviations

FWHM: largeur totale à mi-hauteur (FWHM pour Full Width at Half Maximum)

NETD: différence de température équivalente au bruit (NETD pour Noise Equivalent Temperature Difference)

SSE: effet de taille de source (SSE pour Size-of-Source Effect)

4 Données techniques

4.1 Types de données techniques

Une distinction doit être faite entre les données métrologiques et les caractéristiques du matériel. Les données métrologiques sont en relation avec les valeurs métrologiques pertinentes mesurées avec le pyromètre alors que les caractéristiques du matériel sont principalement importantes pour le fonctionnement et le besoin de l'utilisateur du matériel.

4.1.1 Données métrologiques

Les données métrologiques suivantes sont utilisées pour décrire les caractéristiques d'un pyromètre:

- étendue de la température mesurable (3.1.1)
- incertitude de mesure (précision) (3.1.2)
- différence de température équivalente au bruit (NETD) (3.1.3)
- distance de mesure (3.1.4)
- champ de vue (surface de la cible, domaine de mesure) (3.1.5)
- rapport de distance (facteur de distance) (3.1.6)
- effet de taille de source (SSE) (3.1.7)
- réglage de l'émissivité (3.1.8)
- domaine spectral (3.1.9)
- paramètre de température (3.1.10)
- paramètre d'humidité (3.1.11)
- stabilité à long terme (3.1.12)
- stabilité à court terme (3.1.13)
- reproductibilité (3.1.14)
- interchangeabilité (3.1.15)
- temps de réponse (3.1.16)
- temps d'exposition (3.1.17)
- temps de chauffe (de stabilisation thermique) (3.1.18)
- domaines de température et d'humidité de l'air de fonctionnement (3.1.19)
- domaines de température et d'humidité de l'air pour le stockage et le transport (3.1.20)

Les paramètres pertinents pour des données métrologiques particulières, c'est à dire, les conditions de mesure, les paramètres d'influence et les interdépendances mutuelles doivent être fournis.

Puisque plusieurs données métrologiques d'un pyromètre dépendent du réglage de l'émissivité de l'instrument, elles doivent toujours être données pour une émissivité égale à 1, sauf spécification contraire. Pour les pyromètres possédant un réglage fixe d'émissivité interne différent de 1, les spécifications doivent être données pour le réglage standard de l'instrument et la valeur de l'émissivité doit être donnée. L'étendue de la température mesurable (3.1.1), l'incertitude de mesure (3.1.2) et la différence de température équivalente au bruit (3.1.3) du pyromètre dépendent fortement du réglage de l'émissivité du pyromètre.

4.1.1.1 Etendue de la température mesurable

4.1.1.1.1 Généralités

Pour l'étendue de température suivante, l'incertitude de mesure reste dans les limites spécifiées.

NOTE Il est parfois utile d'établir aussi une étendue de température indiquée, plus large pour laquelle le thermomètre affichera une température, mais sans que les spécifications soient garanties.

4.1.1.1.2 Exemples de données

Etendue de température mesurable:

-50 °C à 1 000 °C

ou

400 °C à 2 500°C pour le domaine d'émissivité de 0,1 à 1,0

4.1.1.2 Incertitude de mesure (précision)

4.1.1.2.1 Généralités

La valeur de l'incertitude de mesure doit accompagner le résultat de mesure (voir le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*).

NOTE Quand le résultat de mesure M et l'incertitude de mesure U sont établis, la valeur du mesurande est avec une forte probabilité dans les limites $M - U$ et $M + U$. Il convient d'établir l'incertitude de mesure, U , avec un niveau de confiance approximativement de 95% (incertitude élargie, facteur d'élargissement $k = 2$).

Il convient que l'incertitude de mesure soit exprimée en accord avec l'Echelle Internationale de Température (actuellement EIT-90), c'est à dire que l'incertitude inclut la dispersion des mesures de l'instrument par rapport aux artéfacts d'étalonnage utilisés et aussi l'incertitude de la traçabilité des ces artéfacts d'étalonnage pour l'EIT-90. Autrement, les deux contributions peuvent être établies séparément.

Le terme « exactitude » fréquemment utilisé est un concept qualitatif et il convient de ne pas l'utiliser avec des valeurs numériques. Il indique généralement le degré d'accord entre le résultat d'une mesure et la valeur du mesurande (voir le *Vocabulaire international des termes de base et généraux en métrologie*).

4.1.1.2.2 Paramètres exigés

L'incertitude de mesure dépend du niveau de confiance (il convient de donner un niveau de confiance approximativement de 95 %), de la température mesurée, de la température ambiante, de la température interne du pyromètre, de l'humidité de l'air, du diamètre de la source et du champ de visée (par rapport à la distance de mesure); ces paramètres doivent donc être indiqués.

Pour simplifier l'établissement de l'incertitude de mesure et la rendre comparable, des conditions de mesures normalisées doivent autant que possible être utilisées. L'incertitude de mesure doit être établie avec un niveau de confiance approximativement de 95 % et elle doit être valide sur toute l'étendue de température de fonctionnement spécifiée et pour toute l'étendue de l'humidité de l'air (3.1.19), sauf spécification contraire. Sinon, elle doit être établie pour: niveau de confiance d'environ 95 %, température ambiante de 23 °C, humidité relative de l'air de 50 % à 23 °C.

NOTE Les pyromètres couvrent souvent une large étendue de température et la luminance croît fortement avec la température de la source. Le bruit et les dérives provoquent des incertitudes dans la mesure de la température. La contribution du bruit est souvent plus élevée dans la partie basse de l'étendue de température et est généralement insignifiante sur la plus grande partie de l'étendue de température. Pour une spécification complète, il convient que les constructeurs fournissent des valeurs d'incertitudes échantillonnées sur l'étendue totale de température mesurable (3.1.1). Ceci peut être réalisé sous la forme d'un tableau (voir le Tableau 1 et le Tableau 2).

4.1.1.2.3 Exemples de données

Incertitude de mesure:

0,5 °C + 0,2 % de la valeur mesurée en °C à un niveau de confiance approximativement de 95%, sur l'étendue totale de température mesurable, sur tout le domaine de température de fonctionnement de l'instrument et sur tout le domaine d'humidité relative

de l'air, pour une source de diamètre 60 mm (avec une surface environnante à $t = 23\text{ °C}$) et pour toutes les distances de mesure.

ou

0,5 °C à un niveau de confiance approximativement de 95 %, pour une température mesurée de 100 °C, une température interne de l'instrument de 0 °C à 60 °C, une humidité relative de l'air de 50 % à 23 °C, une source de diamètre 60 mm (avec une surface environnante à $t = 23\text{ °C}$) et pour une distance de mesure de 1 m.

ou

Tableau 1 – Incertitude de mesure (exemple 1)

Température mesurée °C	Incertitude (niveau de confiance 95%) °C	Domaine de températures internes °C	Conditions ambiantes	Diamètre de la source mm	Distance de mesure m
100	0,8	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
100	0,5	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1
500	1,5	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
500	1,0	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1
900	2,6	0 – 60	23 °C / 50 % RH	30	1
900	2,0	0 – 60	23 °C / 50 % RH	60	1

ou

Tableau 2 – Incertitude de mesure (exemple 2)

Température mesurée °C	Incertitude (niveau de confiance 95%) °C	Domaine de températures internes °C	Conditions ambiantes	Diamètre de la source mm	Distance de mesure m
100	0,5	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
100	0,6	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1
500	1,0	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
500	1,2	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1
900	2,0	0 – 60	23 °C / ≤ 50 % RH	60	1
900	2,4	0 – 60	23 °C / > 50 % RH	60	1

4.1.1.3 Différence de température équivalente au bruit

4.1.1.3.1 Généralités

Du bruit est généré dans tous les dispositifs électriques. Un rapport signal/bruit élevé doit être atteint pour toute mesure quantitative. Avec les pyromètres spectraux ou à bande passante, le rapport signal/bruit est principalement amélioré en augmentant le temps de réponse (temps d'intégration). Le bruit est fortement dépendant du traitement du signal particulier. Contrairement aux autres données métrologiques, dans ce cas le niveau de confiance est 68,3 % (incertitude normalisée, $k = 1$).

Pour les instruments bon marché, le NETD peut être limité par la résolution de l'instrument.

Le NETD est généralement le plus élevé à la température la plus basse de l'étendue de température mesurable. Pour plus d'informations sur le NETD, il convient de contacter le constructeur.

4.1.1.3.2 Paramètres exigés

La température mesurée et le temps de réponse (3.1.16) doivent être établis avec le NETD. Pour certains instruments, le NETD dépend de la température de l'instrument ou ambiante. Pour ces instruments, cette température doit aussi être indiquée.

4.1.1.3.3 Exemples de données

Différence de température équivalente au bruit:

0,1 °C (20 °C / 0,25 s)

à une température de mesure de 20 °C et un temps de réponse de $t_{R90\%} = 0,25$ s

ou

0,1 °C (20 °C / 100 Hz to 1 kHz)

à une température mesurée de 20 °C et après que le signal soit traité dans un filtre de bande passante de 100 Hz à 1 kHz

4.1.1.4 Distance de mesure

4.1.1.4.1 Généralités

Sauf avis contraire, les spécifications sont valides pour la distance ou domaine de distances donné en 4.1.1.4.3.

NOTE Le champ de visée (3.1.5) et l'effet de taille de la source (3.1.7) varient avec la distance de mesure. En conséquence, il convient que le constructeur fournisse aussi un graphique ou une équation donnant le champ de visée en fonction de la distance de mesure.

4.1.1.4.2 Paramètres exigés

Il doit être spécifié de quelle partie du pyromètre doit être mesurée la distance à la source.

NOTE Il est déconseillé d'utiliser la lentille frontale comme repère de mesure de distance pour des raisons pratiques.

4.1.1.4.3 Exemples de données

Distance de mesure:

385 mm à partir de la marque rouge figurant sur le tube de l'objectif

ou

200 mm à 1 000 mm du bord frontal du tube de l'objectif

4.1.1.5 Champ de visée

4.1.1.5.1 Généralités

Son amplitude est déterminée par les composants optiques du pyromètre. Comme le contour du champ de visée n'est pas nettement défini, il est nécessaire d'établir le diamètre du champ de visée pour lequel le signal chute à une certaine fraction de sa valeur intégrée totale (valeur hémisphérique) (voir les trois premiers exemples en 4.1.1.5.3).

D'autres termes équivalents sont utilisés pour le champ de visée: surface de la source, taille de la source et champ de la mesure.

NOTE La fonction de transfert entre le rayonnement mesuré (paramètre d'entrée) et la température (paramètre de sortie) n'est pas linéaire. Par exemple, la variation dans la température indiquée correspondant à une variation de 1 % du rayonnement reçu par un pyromètre est donnée en Annexe A. Le champ de visée est donc défini pour une fraction du rayonnement mesuré ou bien pour des instruments qui affichent directement la température, il est nécessaire de spécifier une variation dans la température mesurée exprimée en °C à une température donnée pour le champ de visée en comparaison avec la valeur intégrée totale (valeur hémisphérique).

4.1.1.5.2 Paramètres exigés

Le champ de visée dépendant de la fraction établie de la valeur maximale du signal (valeur hémisphérique) et généralement de la distance de mesure (3.1.4), il est nécessaire d'établir la distance de mesure en plus de la fraction. Il convient que la valeur de la fraction soit au moins 90 %; les valeurs typiques sont 90 %, 95 % et 99 %.

Il convient de donner la relation entre le champ de visée et la distance de mesure par une équation ou une figure.

Autrement, le terme «rapport de distance» peut être utilisé, spécifié comme étant la distance de mesure divisée par le diamètre du champ de visée (voir 3.1.6).

Pour les instruments qui ne font qu'une lecture en température, il est nécessaire de spécifier avec le champ de visée, la variation de la température mesurée en fonction de la valeur intégrée totale à la température mesurée spécifiée. Au minimum, il convient que ces valeurs soient données pour le haut, le milieu et le bas de l'étendue de température (voir le quatrième exemple en 4.1.1.5.3).

L'information complète peut être un graphique qui donne le signal ou la lecture de la température en fonction de la taille de la source (effet de taille de source) (voir 3.1.7).

NOTE Pour certains pyromètres, spécialement pour les instruments destinés aux hautes températures, il n'est pas possible de lier le champ de visée à une valeur hémisphérique. Dans ce cas, il est permis de lier le champ de visée donné à une source plus large (par exemple, de surface deux fois plus grande que le champ de visée) (voir le cinquième exemple en 4.1.1.5.3).

La surface de la source doit toujours être donnée. Puisque le champ de visée et l'effet de taille de source sont fortement liés, voir aussi 3.1.7.

4.1.1.5.3 Exemples de données

Champ de visée:

diamètre 3,4 mm (90 %), distance de mesure: 400 mm

ou

diamètre 4,0 mm (95 %), distance de mesure: 400 mm

ou

diamètre 7,0 mm (99 %), distance de mesure: 400 mm

ou

diamètre 4,0 mm (1,7 °C à 100 °C, 6 °C à 400 °C, 12 °C à 700 °C), distance de mesure: 400 mm

ou

diamètre 4,0 mm (5 % d'augmentation du rayonnement mesuré quand la surface de la source de rayonnement est deux fois plus grande que le champ de visé), distance de mesure: 400 mm

4.1.1.6 Rapport de distance

4.1.1.6.1 Généralités

Un terme synonyme du rapport de distance est le facteur de distance.

4.1.1.6.2 Paramètres exigés

Pour les instruments ayant une focalisation variable, il convient que le rapport de distance soit spécifié pour une distance de mesure de 1 m, si cette dernière appartient au domaine de focalisation. Si cette dernière n'appartient pas au domaine de focalisation, il convient de choisir une distance adéquate dans le domaine de focalisation.

4.1.1.6.3 Exemples de données

Rapport de distance

120:1 (90 %), distance de mesure: 1 m

ou

150:1 (95 %), distance de mesure: 1 200 mm

4.1.1.7 Effet de taille de source

4.1.1.7.1 Généralités

Les imperfections des éléments optiques, les réflexions entre les éléments et la diffusion provoquent un flou du champ de visée du pyromètre. Il n'est donc pas possible de réaliser un pyromètre avec un profil du champ de visée idéalement net et en pratique, le signal d'un pyromètre dépend de la taille de la source observée (effet de taille de source). Pour décrire l'effet de taille de source (SSE), la différence dans la lecture de la luminance ou de la température du pyromètre, quand la taille de la surface rayonnante de la source varie, doit être établie. La source doit avoir une luminance stable et homogène dans cette surface (c'est-à-dire que la température et l'émissivité de la source ne doivent pas varier avec la taille de la surface rayonnante, ou bien les variations doivent être corrigées). L'information complète peut être donnée par un graphique qui montre le signal ou la lecture de la température en fonction de la taille de la source (effet de taille de source).

Pour simplifier l'établissement du SSE et le rendre plus facilement comparable, les conditions de mesures suivantes doivent autant que possible être utilisées. Le SSE doit être établi à une distance de mesure, une température mesurée et une température ambiante données, lors de l'observation d'une cible ayant la surface du champ de visée nominal et de deux fois la surface du champ de visée nominal ou plus de deux fois la surface du champ de visée nominal. Dans le dernier cas, il convient que la surface soit spécifiée.

NOTE Le SSE est soit défini comme la variation relative de la luminance observée, soit pour les instruments qui lisent uniquement une température, comme la variation absolue de la température mesurée à une température donnée, lors du changement de la surface de la source observée. Puisque la dernière définition dépend de la température de la source, il est nécessaire d'établir le SSE au haut, au milieu et au bas de l'étendue de la température mesurable.

4.1.1.7.2 Paramètres exigés

Avec l'effet de taille de source, il est nécessaire d'indiquer la distance de mesure et la température mesurée. De plus, si nécessaire, la température ambiante et, si elle est différente de la température ambiante, la température de l'environnement de la source (la température du diaphragme délimitant la source) doivent être données.

4.1.1.7.3 Exemples de données

Effet de taille de source:

SSE: 4,5 % d'accroissement de la lecture de la luminance quand la surface rayonnante croît du champ de visée spécifié (nominal) à deux fois le champ de visée (doublement de la surface de la surface cible nominale), distance de mesure: 400 mm, température mesurée: 500 °C, température ambiante: 23 °C

ou

SSE: rapport de luminance 1,045 pour un accroissement de la surface rayonnante de la valeur spécifiée (nominale) du champ de visée à deux fois le champ de visée, distance de mesure: 400 mm, température mesurée: 500 °C, température ambiante: 23 °C

ou

Accroissement de la lecture de la température de 1,7 °C à 100 °C, 6 °C à 400 °C, 12 °C à 700 °C quand la surface rayonnante de la source croît de la valeur spécifiée (nominale) du champ de visée à deux fois le champ de visée, distance de mesure: 400 mm, température ambiante: 23 °C

4.1.1.8 Réglage de l'émissivité

4.1.1.8.1 Généralités

Pour toutes les données métrologiques, le réglage de l'émissivité doit être (1), sauf spécification contraire (voir 4.1.1).

4.1.1.8.2 Paramètres exigés

La gamme et la résolution du réglage de l'émissivité doivent être données. Le constructeur doit être contacté pour obtenir des informations sur la procédure de correction interne d'émissivité.

4.1.1.8.3 Exemples de données

Réglage de l'émissivité:

0,100 à 1,000, résolution 0,001

ou

0,10 à 1,00, résolution 0,01

4.1.1.9 Domaine spectral

4.1.1.9.1 Généralités

Le domaine spectral est donné en μm ou nm. Les limites haute et basse de la longueur d'onde auxquelles la réponse spectrale atteint 50 % de la réponse crête définissent le domaine spectral. Autrement, une longueur d'onde moyenne et une largeur totale de longueur d'onde auxquelles la réponse atteint 50 % de la sensibilité crête (largeur totale à mi-hauteur (FWHM)) sont données.

NOTE Pour certains pyromètres, particulièrement pour les pyromètres à bande étroite ou spectraux, il est plus pertinent de donner les limites de longueur d'onde inférieure et supérieure auxquelles la réponse spectrale est significativement inférieure à 50 % de la réponse crête (par exemple 10 %). Dans ce cas, les critères pour les longueurs d'onde limites doivent être établis.

Généralement, pour les pyromètres spectraux (dits «monochromatiques») sont données la longueur d'onde moyenne et la largeur totale à mi-hauteur (FWHM), et pour les pyromètres à bande passante, les limites haute et basse sont données.

Tous les éléments du système optique du thermomètre doivent être pris en compte lors de la détermination de la réponse spectrale.

4.1.1.9.2 Exemples de données

Domaine spectral

0,9 μm , FWHM 0,2 μm

ou

8 μm à 14 μm

4.1.1.10 Influence de la température interne de l'instrument ou de la température ambiante (paramètre de température)

4.1.1.10.1 Généralités

Les données techniques d'un pyromètre, par exemple l'incertitude de mesure (3.1.2) doivent être valides sur la totalité du domaine de température de fonctionnement de l'instrument ou de la température ambiante et du domaine de l'humidité de l'air (3.1.19), sauf spécification contraire. Si l'incertitude de mesure n'est pas valide sur la totalité du domaine de température de fonctionnement de l'instrument ou de la température ambiante, le constructeur doit établir un paramètre de température qui donne l'incertitude de mesure supplémentaire quand la température de fonctionnement de l'instrument ou la température ambiante s'écarte d'une température de référence donnée.

La température de l'instrument est sa température interne. Pour les instruments sans indication de température interne, la température ambiante doit être établie à la place de la température de l'instrument. La valeur de la température de l'instrument (température de référence) ou le domaine de la température de l'instrument pour lequel les données techniques sont valides doit être spécifié (domaine de température de fonctionnement (3.1.19)). Autrement, la température ambiante doit être prise comme température de référence.

Un écart de la température de l'instrument ou de la température ambiante par rapport à la température de référence ou par rapport au domaine de température de fonctionnement pour lequel les données techniques sont valides conduit à une incertitude supplémentaire. Le paramètre de température donne l'incertitude supplémentaire de la valeur mesurée qui dépend de l'écart de la température du pyromètre par rapport à la valeur pour laquelle les données techniques sont valides après le temps de stabilisation thermique et dans des conditions ambiantes stables. Il est exprimé en accroissement absolu ou relatif de l'incertitude de la valeur mesurée quand la température de l'instrument ou la température ambiante s'écarte de la température de référence.

4.1.1.10.2 Paramètres exigés

Pour beaucoup d'instruments, le paramètre de température dépend de la température de la source. Dans ce cas, le domaine de température pour lequel le paramètre s'applique doit être établi.

4.1.1.10.3 Exemples de données

Paramètre de température:

0,2 °C/°C (25 °C, 600 °C), 0,02 °C/°C (25 °C > 700 °C)

incertitude supplémentaire de la température mesurée quand la température interne du pyromètre s'écarte de 25 °C pour une température de cible de 600 °C et pour des températures de cibles supérieures à 700 °C

ou

0,2 % de la valeur mesurée en °C /°C (23 °C)

incertitude supplémentaire de la température mesurée quand la température interne du pyromètre s'écarte de 23 °C, pour la totalité du domaine de la température mesurable

4.1.1.11 Influence de l'humidité de l'air (paramètre d'humidité)

4.1.1.11.1 Généralités

Les données techniques d'un pyromètre, par exemple l'incertitude de mesure (3.1.2) doivent être valides sur la distance de mesure (3.1.4) spécifiée et sur le domaine de température de fonctionnement et sur le domaine d'humidité de l'air (3.1.19), sauf spécification contraire. Si dans la distance de mesure spécifiée, l'incertitude de mesure n'est pas valide sur la totalité du domaine d'humidité de l'air de fonctionnement de l'instrument, le constructeur doit établir un paramètre d'humidité qui donne l'incertitude de mesure supplémentaire quand l'humidité de l'air s'écarte d'une humidité de l'air de référence donnée.

NOTE Le paramètre d'humidité dépend de beaucoup de facteurs. Sa mesure par le constructeur et son application par l'utilisateur sont difficiles. Il est donc en général préférable d'éviter de travailler avec un paramètre d'humidité et il convient que l'incertitude de mesure soit valide sur la totalité du domaine d'humidité de l'air spécifié et sur le domaine de distance de mesure.

Il convient que l'effet de l'humidité soit décrit dans les instructions d'utilisation du pyromètre. Certains pyromètres permettent d'appliquer au signal, une correction interne de l'humidité quand l'humidité de l'air, la température de l'air et la distance de mesure sont saisies par l'utilisateur.

L'humidité de l'air de référence est l'humidité de l'air à laquelle les données techniques sont valides et elle doit être spécifiée.

Un écart de l'humidité de l'air par rapport à l'humidité de l'air de référence conduit à une incertitude supplémentaire dans la mesure de température. Le paramètre d'humidité donne l'incertitude supplémentaire de la valeur mesurée qui dépend de l'écart de l'humidité à une température ambiante définie. Il est exprimé en accroissement absolu ou relatif de l'incertitude de la valeur mesurée par pourcentage de variation de l'humidité de l'air par rapport à l'humidité de l'air de référence.

4.1.1.11.2 Paramètres exigés

Le paramètre d'humidité dépend de la distance de mesure et quand il est établi comme un écart de température, il dépend aussi de la température de la source. Il convient de toujours établir le paramètre d'humidité pour une distance de mesure, une température de la source, une humidité de référence et une température ambiante qui est typique de l'application du pyromètre. Si aucune température de source n'est indiquée, le paramètre doit être valide pour la totalité du domaine de la température mesurable.

4.1.1.11.3 Exemples de données

Paramètres d'humidité:

0,2 °C/% (50 %, 23 °C, 1 m, 600 °C), 0,1 °C/% (50 %, 23 °C, 1 m, < 500 °C)

incertitude supplémentaire de la température mesurée quand l'humidité relative s'écarte de 50 % à 23 °C pour une distance de mesure de 1 m, pour une température de cible de 600 °C et pour des températures de cibles inférieures à 500 °C

ou

0,02 % de la valeur mesurée en °C/% (45 %, 23 °C, 1 m)

incertitude supplémentaire de la température mesurée quand l'humidité relative s'écarte de 45 % à 23 °C pour une distance de mesure de 1 m, pour la totalité du domaine de la température mesurable

4.1.1.12 Stabilité à long terme

4.1.1.12.1 Généralités

Il convient que la stabilité à long terme soit établie en °C sur une durée de 90 jours ou sur une durée de 1 an.

4.1.1.12.2 Paramètres exigés

La stabilité à long terme dépend de la stabilité des composants mécaniques, électriques et optiques du pyromètre, de la température mesurée et du niveau de confiance. Ces deux derniers paramètres doivent être indiqués.

4.1.1.12.3 Exemple de données

Stabilité à long terme:

± 2 °C sur 90 jours

à une température mesurée de 100 °C et pour un niveau de confiance approximativement de 95 %

ou

± 3 °C sur 1 an

à une température mesurée de 100 °C et pour un niveau de confiance approximativement de 95 %

4.1.1.13 Stabilité à court terme

4.1.1.13.1 Généralités

Il convient que la stabilité à court terme soit établie en °C/h ou comme un écart maximum de température sur une courte durée (quelques heures) après le temps de chauffe (de stabilisation thermique).

4.1.1.13.2 Paramètres exigés

La stabilité à court terme dépend de la température mesurée, du niveau de confiance, du temps de réponse (3.1.16) et de la température interne de l'instrument ou de la température ambiante. Ces paramètres doivent être indiqués.

4.1.1.13.3 Exemple de données

Stabilité à court terme:

± 0.1 °C/h

pour une température mesurée de 50 °C, un niveau de confiance approximativement de 95 %, un temps de réponse de $t_{R90\%} = 1$ s et une température de l'instrument de 25 °C, après le temps de stabilisation thermique.

ou

mieux que 0,5 °C pour une température mesurée de 50 °C, un temps de réponse de $t_{R90\%} = 1$ s et une température de l'instrument de 25 °C, dans les 5 h après le temps de stabilisation thermique.

4.1.1.14 Reproductibilité

4.1.1.14.1 Paramètres exigés

La reproductibilité dépend de la température mesurée, du temps de réponse (3.1.16) et peut dépendre de la température interne de l'instrument ou de la température ambiante. Ces paramètres doivent être établis.

4.1.1.14.2 Exemple de données

Reproductibilité:

$$\pm 0,05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

pour un temps de réponse de $t_{R90\%} = 1 \text{ s}$, une température mesurée de $50 \text{ } ^\circ\text{C}$, un niveau de confiance approximativement de 95 % et une température de l'instrument de $23 \text{ } ^\circ\text{C}$

4.1.1.15 Interchangeabilité

4.1.1.15.1 Généralités

Deux instruments ne doivent pas être différents de plus de deux fois cette caractéristique (voir exemple donné en 4.1.1.15.2).

NOTE La valeur de l'interchangeabilité n'est pas forcément la valeur de l'incertitude. C'est un paramètre critique pour un contrôle de production quand il convient de remplacer un instrument par un autre du même type.

4.1.1.15.2 Exemple de données

Interchangeabilité:

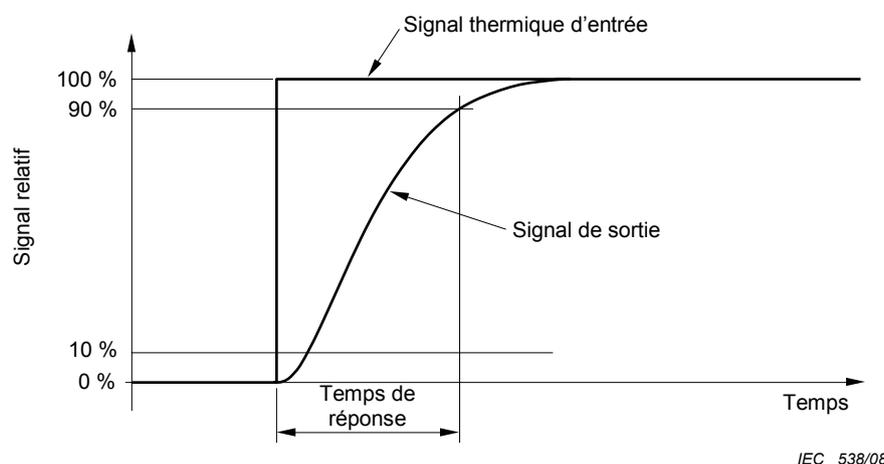
$$\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ dans l'étendue de température de } 400 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ à } 1\,300 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.1.1.16 Temps de réponse

4.1.1.16.1 Généralités

La valeur de température haute/basse pour spécifier le temps de réponse doit être une valeur de température respectivement dans le quartile haut/bas du domaine de la température mesurable (voir la Figure 1).

Pour un pyromètre les temps de montée et de descente (temps de réponse pour les échelons de température montant et descendant) peuvent être différents. Si c'est le cas, cela doit être établi.



IEC 538/08

Figure 1 – Illustration du temps de réponse pour un échelon de température montant

4.1.1.16.2 Paramètres exigés

Le temps de réponse dépend du type de traitement du signal du pyromètre. L'amplitude de l'échelon de température (valeur la plus basse et valeur la plus haute) et le pourcentage ou la limite de température doivent être donnés lors de l'établissement du temps de réponse. Le temps de réponse doit être mesuré après que le temps de stabilisation thermique soit écoulé et dans des conditions ambiantes stables.

4.1.1.16.3 Exemples de données

Temps de réponse:

$$t_{R90\%} = 0,05 \text{ s (25 °C, 100 °C)}$$

0,05 s pour 90 % de la valeur maximale de l'échelon de température de 25 °C à 100 °C

ou

$$t_{R99\%} = 1 \text{ s (20 °C, 1 000 °C)}$$

1 s pour 99 % de la valeur maximale de l'échelon de température de 20 °C à 1 000 °C

4.1.1.17 Temps d'exposition

4.1.1.17.1 Généralités

Le temps d'exposition est la spécification pertinente pour les pyromètres qui ont un temps de retard significatif dans leur temps de réponse et qui observent des objets passant dans leur champ de visée pendant une durée plus courte que le temps de réponse (voir la Figure 2). Dans ce cas, le temps d'exposition est une spécification pertinente qui doit être donnée par le constructeur du pyromètre.

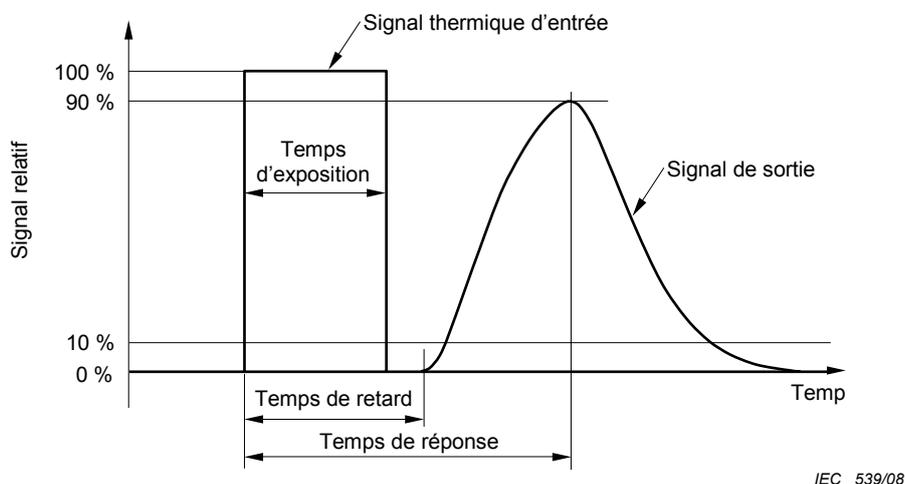


Figure 2 – Illustration du temps d'exposition

4.1.1.17.2 Paramètres exigés

Le temps d'exposition dépend du processeur de signal du pyromètre, de l'amplitude de l'échelon de température (valeur de début et valeur du plateau) et du pourcentage atteint de l'échelon de température du signal de sortie. Le temps d'exposition doit être mesuré après que le temps de stabilisation thermique soit écoulé et dans des conditions ambiantes stables.

4.1.1.17.3 Exemples de données

Temps d'exposition:

$$t_{E90\%} = 0,03 \text{ s (25 °C, 100 °C, 90 \%)}$$

0,03 s pour 90 % de la valeur maximale de l'échelon de température de 25 °C à 100 °C

ou

$t_{E95\%} = 0,1 \text{ s (20 °C, 1 000 °C, 95 \%)}$

0,1 s pour 95 % de la valeur maximale de l'échelon de température de 20 °C à 1 000 °C

4.1.1.18 Temps de chauffe (de stabilisation thermique)

4.1.1.18.1 Exemple de données

Temps de chauffe:

15 min à température ambiante de 23 °C

4.1.1.19 Domaine de température et domaine d'humidité de l'air pour le fonctionnement

4.1.1.19.1 Généralités

Pour les instruments sans indication de température interne, la température ambiante doit être spécifiée à la place de la température de l'instrument (3.1.10). Le domaine d'humidité relative de l'air spécifié est valide sur la totalité du domaine de température de fonctionnement spécifié, sauf indication contraire (voir 3.1.10 et 3.1.11).

4.1.1.19.2 Exemples de données

Domaine de température de fonctionnement et domaine d'humidité de l'air pour le fonctionnement:

10 °C à 50 °C, 30 % à 70 %

ou

-20 °C à 80 °C, 40 % à 60 %

ou

10 °C à 50 °C, moins de 85 % d'humidité relative à 35 °C

4.1.1.20 Domaine de température et domaine d'humidité de l'air pour le stockage et le transport

4.1.1.20.1 Généralités

Le domaine d'humidité relative de l'air spécifié est valide sur la totalité du domaine de température de stockage, sauf indication contraire.

La condensation est la cause principale de dommage aux instruments en stockage et elle résulte souvent du placement de l'instrument froid dans un environnement chaud.

4.1.1.20.2 Exemple de données

Domaine de température et le domaine d'humidité pour le stockage et le transport:

-20 °C à 80 °C, 10 % à 90 % sans condensation

4.1.2 Caractéristiques du matériel

Les caractéristiques du matériel sont généralement orientées vers les applications et l'utilisateur et il convient qu'elles soient fournies en plus des données métrologiques.

Des exemples de caractéristiques de matériel sont:

- *type de pyromètre*: rayonnement total, large bande, bande étroite, spectral, etc.
- *conditions de connexions mécaniques et électriques*: type de protection, résistance aux vibrations, résistance de charge du processeur/convertisseur de signal, résistance d'isolement, tension de tenue diélectrique, etc.
- *détecteur*: thermopile, pyroélectrique, Si, Ge, InGaAs, PbS, InSb, HgCdTe (MCT), etc.
- *type de sortie*: affichage, analogique (ex. DC 4-20 mA), numérique (e.g. RS232C), etc.
- *signal de sortie*: incrément de signal minimal, temps de rafraîchissement, etc.
- *affichage*: résolution, etc.
- *système optique*: diaphragmes, lentilles, miroirs, fibres, etc.
- *focalisation*: focale fixe, zoom
- *délimitation du champ de visée*: oui/non; si oui, le type (laser, DEL, ...) et incertitude d'alignement
- *viseur*: oui/non; si oui type et incertitude d'alignement
- *composants*: séparés, intégrés
- *utilisation*: portable, fixe, etc.

Annexe A (informative)

Le Tableau A.1 ci-dessous donne un exemple de la variation de la température indiquée correspondant à une variation de 1 % du rayonnement reçu par un pyromètre à 23 °C.

Tableau A.1 – Variation de la température indiquée correspondant à une variation de 1 % du rayonnement reçu par un pyromètre à 23 °C

Longueur d'onde µm	0,65	0,85	1,0	1,6	2,2	3,43	3,9	5,2	8,0	11,5
Température mesurée °C	Variation de température °C									
-100										
-50										0,7
0									0,0	0,0
50						0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
100					0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
150					0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1
200					0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4
250				0,3	0,4	0,7	0,7	1,0	1,4	1,8
300				0,4	0,5	0,8	0,9	1,2	1,7	2,1
350				0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	2,0	2,5
400				0,5	0,7	1,1	1,2	1,6	2,3	2,9
450			0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,9	2,6	3,3
500			0,4	0,7	0,9	1,4	1,6	2,1	3,0	3,7
550			0,5	0,8	1,0	1,6	1,8	2,4	3,3	4,1
600		0,5	0,5	0,9	1,2	1,8	2,0	2,6	3,7	4,5
650		0,5	0,6	1,0	1,3	2,0	2,3	2,9	4,0	4,9
700		0,6	0,7	1,1	1,5	2,2	2,5	3,2	4,4	5,3
750	0,5	0,6	0,7	1,2	1,6	2,5	2,8	3,5	4,8	5,8
800	0,5	0,7	0,8	1,3	1,8	2,7	3,0	3,9	5,2	6,2
850	0,6	0,7	0,9	1,4	1,9	2,9	3,3	4,2	5,6	6,6
900	0,6	0,8	1,0	1,5	2,1	3,2	3,6	4,5	6,0	7,1
950	0,7	0,9	1,0	1,7	2,3	3,5	3,9	4,9	6,4	7,5
1000	0,7	1,0	1,1	1,8	2,5	3,7	4,2	5,2	6,8	8,0
1100	0,9	1,1	1,3	2,1	2,9	4,3	4,8	5,9	7,6	8,9
1200	1,0	1,3	1,5	2,4	3,3	4,9	5,4	6,7	8,5	9,8
1300	1,1	1,5	1,7	2,8	3,7	5,5	6,1	7,4	9,4	10,7
1400	1,3	1,7	2,0	3,1	4,2	6,1	6,8	8,2	10,2	11,7
1500	1,4	1,9	2,2	3,5	4,7	6,8	7,5	9,0	11,1	12,6
1600	1,6	2,1	2,4	3,9	5,2	7,5	8,2	9,8	12,0	13,5
1700	1,8	2,3	2,7	4,3	5,8	8,2	8,9	10,6	12,9	14,5
1800	1,9	2,5	3,0	4,7	6,3	8,9	9,7	11,5	13,8	15,4
1900	2,1	2,8	3,3	5,2	6,9	9,6	10,5	12,3	14,8	16,4
2000	2,3	3,1	3,6	5,7	7,5	10,4	11,3	13,2	15,7	17,4

NOTE Pour les températures mesurées inférieures à celles marquées par la ligne en gras, la température du pyromètre (23° C) doit être prise en compte.

La variation dans la température indiquée correspondant à une variation de la puissance rayonnée reçue par le pyromètre est calculée par:

$$\Delta T = |T(\lambda, |(1 + B) \times (L_{(\lambda, T_s)} - L_{(\lambda, T_{Ref})}) + L_{(\lambda, T_{Ref})}) - T_S|$$

où

$T(\lambda, L)$: est la température selon la fonction inverse de la loi de Planck ;

$L_{(\lambda, T)}$: est la densité spectrale de luminance selon la loi de Planck ;

λ : est la longueur d'onde ;

T_S : est la température de la source ;

T_{Ref} : est la température de la référence (température du pyromètre) ;

T_{Ref} est 23° C ;

B est 1 %.

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
P.O. 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