

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
751**

Première édition  
First edition  
1983

---

---

**Capteurs industriels à résistance  
thermométrique de platine**

**Industrial platinum resistance  
thermometer sensors**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 751: 1983

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

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

## Terminologie

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

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

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

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

## Terminology

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

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

## Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
751

Première édition  
First edition  
1983

---

---

**Capteurs industriels à résistance  
thermométrique de platine**

**Industrial platinum resistance  
thermometer sensors**

© CEI 1983 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

R

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE .....	4
Préface .....	4
Articles	
1. Domaine d'application .....	6
2. Définitions .....	6
3. Caractéristiques .....	8
4. Essais .....	16
5. Renseignements à fournir par le constructeur .....	26
ANNEXE A — Exemple de dispositifs d'essai pour les mesures de temps de réponse thermique .....	30
ANNEXE B — Appareil pour les essais d'auto-échauffement et de pression .....	34
ANNEXE C — Appareil pour la détermination de l'erreur d'immersion et de l'effet thermo-électrique .....	38

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60751:1983

Withdrawn

---

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
Clause	
1. Scope .....	7
2. Definitions .....	7
3. Characteristics .....	9
4. Tests .....	17
5. Information to be available from the manufacturer .....	27
APPENDIX A — Example of test devices for thermal response time measurements .....	31
APPENDIX B — Apparatus for self-heating test and pressure test .....	35
APPENDIX C — Apparatus for immersion error test and thermo-electric effect test .....	39

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60751:1983

Withdrawing

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## CAPTEURS INDUSTRIELS À RÉSISTANCE THERMOMÉTRIQUE DE PLATINE

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

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

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Budapest en 1976 et à Florence en 1978. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 65B(Bureau Central)24, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1980.

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

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Israël
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pologne
Bésil	Roumanie
Bulgarie	Royaume-Uni
Canada	Tchécoslovaquie
Danemark	Turquie
Egypte	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Finlande	

*Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:*

Publication n° 258: Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INDUSTRIAL PLATINUM RESISTANCE THERMOMETER  
SENSORS**

## FOREWORD

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

## PREFACE

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

Drafts were discussed at the meetings held in Budapest in 1976 and in Florence in 1978. As a result of the latter meeting, a draft, Document 65B(Central Office)24, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1980.

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

Australia	Germany
Austria	Israel
Belgium	Italy
Brazil	Japan
Bulgaria	Poland
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Turkey
Egypt	Union of Soviet
Finland	Socialist Republics
France	United Kingdom

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 258: Direct Acting Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories.

## CAPTEURS INDUSTRIELS À RÉSISTANCE THERMOMÉTRIQUE DE PLATINE

### 1. Domaine d'application

La présente norme spécifie les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les thermomètres industriels à résistance de platine dont la résistance électrique correspond à une fonction définie de la température. La norme couvre les thermomètres utilisables pour tout ou partie du domaine de température:  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+850\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec deux classes de tolérances. Elle intéresse essentiellement les éléments gainés pouvant être immergés dans le milieu dont la température doit être mesurée.

Y sont aussi décrites des méthodes d'essai pour vérifier la conformité à cette norme et des appareils permettant d'effectuer certains de ces essais.

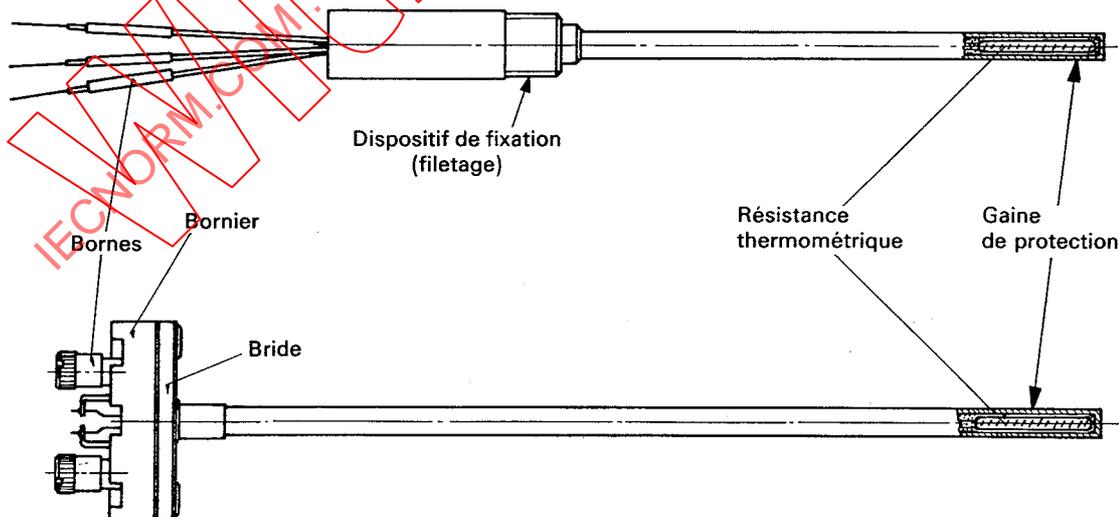
### 2. Définitions

#### 2.1 Capteur à résistance thermométrique de platine

Dispositif sensible à la variation de température, constitué d'une résistance thermométrique placée dans une gaine de protection comportant des conducteurs internes de prolongation et des sorties externes pour permettre la liaison au dispositif électrique de mesure. Il peut comprendre un dispositif de fixation ou de raccordement. La figure 1 représente des montages typiques.

Notes 1. — Le capteur à résistance thermométrique est désigné comme «thermomètre» dans les articles suivants de cette norme.

2. — Cette définition exclut tout doigt de gant ou puits séparable fourni avec le thermomètre.



086/83

FIG. 1. — Montages typiques de capteurs à résistance thermométrique.

## INDUSTRIAL PLATINUM RESISTANCE THERMOMETER SENSORS

### 1. Scope

This standard specifies requirements for industrial platinum resistance thermometer sensors whose electrical resistance is a defined function of temperature. The standard covers thermometers suitable for all or part of the temperature range  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+850\text{ }^{\circ}\text{C}$  with two tolerance classes. It is primarily concerned with sheathed elements suitable for immersion in the medium whose temperature is to be measured.

Methods of test to prove compliance with this standard and suitable apparatus for some of the tests are also described.

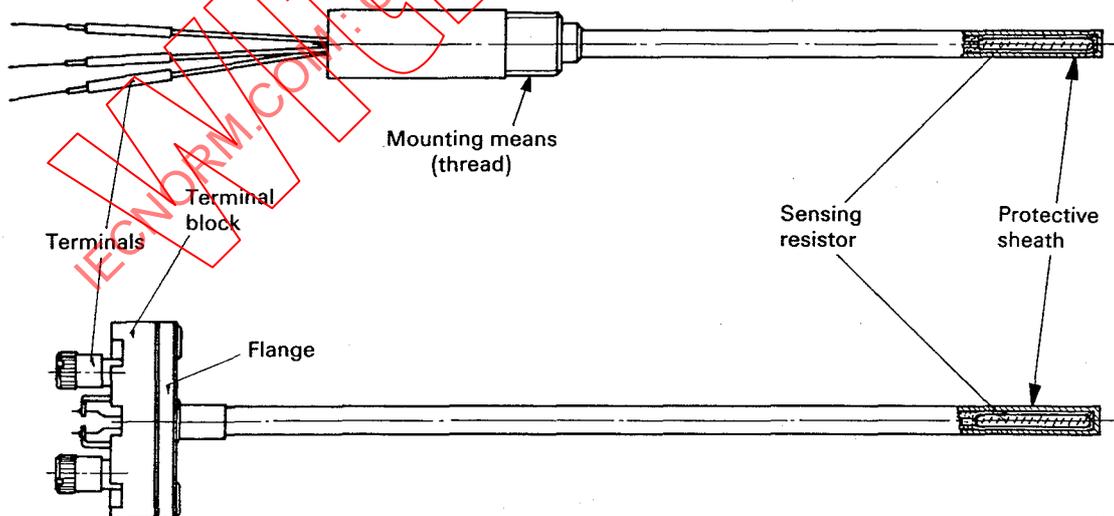
### 2. Definitions

#### 2.1 Platinum resistance thermometer sensor

A temperature-responsive device consisting of a sensing resistor within a protective sheath, internal connecting wires and external terminals to permit connection of electrical measurement devices. Mounting means or connection heads may be included. Typical constructions are shown in Figure 1.

*Notes 1.* — This resistance thermometer sensor is referred to as a thermometer in subsequent clauses of this standard.

*2.* — This definition excludes any separable pocket or well provided with the thermometer.



086/83

FIG. 1. — Typical construction of resistance thermometer sensor.

## 2.2 Tolérance

Dans la présente norme, le mot «tolérance» d'un thermomètre à résistance signifie l'écart maximal admissible exprimé en degrés Celsius d'après la relation résistance nominale/température donnée au tableau I.

## 3. Caractéristiques

### 3.1 Relations température/résistance

Les relations température/résistance utilisées dans cette norme sont les suivantes:

– pour le domaine de  $-200\text{ °C}$  à  $0\text{ °C}$ :

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C (t - 100\text{ °C}) t^3]$$

– pour le domaine de  $0$  à  $850\text{ °C}$ :

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

Pour la qualité de platine communément utilisée dans les thermomètres industriels à résistance, les valeurs des constantes dans ces équations sont les suivantes:

$$A = 3,908\ 02 \times 10^{-3}\text{ °C}^{-1}$$

$$B = -5,802 \times 10^{-7}\text{ °C}^{-2}$$

$$C = -4,273\ 50 \times 10^{-12}\text{ °C}^{-4}$$

Pour les thermomètres à résistance satisfaisant aux relations ci-dessus, le coefficient de température:

$$\alpha = 0,003\ 850\ \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$$

alpha est défini comme suit:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \times R_0} \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$$

où  $R_{100}$  = résistance à  $100\text{ °C}$  et  $R_0$  résistance à  $0\text{ °C}$ .

Ces équations ont été retenues pour établir les tables de correspondance température/résistance de cette norme et ne doivent pas être utilisées pour l'étalonnage de thermomètres individuels à résistance de platine.

Les valeurs des températures de la présente norme sont celles de l'Echelle internationale pratique de température de 1968 (E IPT-68).

*Note.* — Sauf spécification contraire de la part du constructeur, les valeurs de résistance telles que définies par les équations ci-dessus ne comprennent pas les résistances des conducteurs de prolongement entre la résistance thermométrique et les sorties externes.

### 3.2 Valeurs des résistances

La plupart des thermomètres sont fabriqués pour avoir une résistance nominale à  $0\text{ °C}$  de  $100\ \Omega$  ou  $10\ \Omega$ . La valeur préférée est  $100\ \Omega$ . Les thermomètres dont la valeur de la résistance est  $10\ \Omega$  sont fabriqués avec du fil de section plus grosse, pour une utilisation plus fiable au-dessus de  $600\text{ °C}$ .

Les valeurs des résistances calculées à partir des équations du paragraphe 3.1 sont données au tableau I.

## 2.2 Tolerance

For the purpose of this standard the tolerance of a resistance thermometer is the maximum allowable deviation expressed in degrees Celsius from the nominal resistance temperature relationship such as given in Table I.

## 3. Characteristics

### 3.1 Temperature/resistance relationships

The temperature/resistance relationships used in this standard are as follows:

– for the range  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C (t - 100\text{ }^{\circ}\text{C}) t^3]$$

– for the range of  $0$  to  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

For the quality of platinum commonly used for industrial resistance thermometers the values of the constants in these equations are:

$$A = 3.908\ 02 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.802 \times 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.273\ 50 \times 10^{-12}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-4}$$

For resistance thermometers satisfying the above relationships the temperature coefficient:

$$\alpha = 0.003\ 850\ \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

alpha is defined as follows:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \times R_0} \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

where  $R_{100}$  = resistance at  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $R_0$  resistance at  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

These equations are listed as the basis for the temperature/resistance tables of this standard and are not intended to be used for the calibration of individual thermometers.

Values of temperature in this standard are in the International Practical Temperature Scale of 1968 (IPTS-68).

*Notes.* — Unless specified by the manufacturer the resistance values defined by the above equations do not include resistance of the leads between the sensing resistor and the terminations.

### 3.2 Resistance values

Most thermometers are constructed to have a nominal resistance at  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  of  $100\ \Omega$  or  $10\ \Omega$ . The preferred value is  $100\ \Omega$ . The  $10\ \Omega$  type is built with heavier wire for more reliable service above  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Values of resistance using the equations of Sub-clause 3.1 are given in Table I.

### 3.3 Tolérances

Les tolérances d'interchangeabilité des thermomètres à résistance sont définies comme suit:

Classe de tolérance	Tolérance (°C)
A	$0,15 + 0,002 t $ *
B	$0,3 + 0,005 t $

\*  $|t|$  = valeur absolue de la température en °C, c'est-à-dire sa grandeur sans son signe.

3.3.1 Les thermomètres dont la valeur de résistance nominale est 100  $\Omega$  doivent être classés selon leur conformité aux valeurs du tableau I. Leurs tolérances sont données au tableau II. La classe de tolérance A ne doit pas être appliquée lorsque des thermomètres de 100  $\Omega$  de résistance sont soumis à des températures supérieures à 650 °C. Les thermomètres comportant seulement deux conducteurs internes de prolongement (voir paragraphe 3.5) conçus pour usage avec seulement deux conducteurs externes de prolongement ne doivent pas être spécifiés comme appartenant à la classe de tolérance A.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 751:1983

### 3.3 Tolerances

The tolerance values of resistance thermometers are classified as follows:

Tolerance class	Tolerance (°C)
A	$0.15 + 0.002  t ^*$
B	$0.3 + 0.005  t ^*$

\*  $|t|$  = modulus of temperature in degrees Celsius without regard to sign.

3.3.1 Thermometers of 100  $\Omega$  nominal resistance value shall be classified according to degree of conformity with the values of Table I. The tolerances are given in Table II. Class A tolerances shall not be applied to 100  $\Omega$  resistance thermometers at temperatures above 650 °C. Thermometers with only two internal connecting wires (see Sub-clause 3.5) which are intended for use with only two external connecting wires shall not be specified as being in Tolerance Class A.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60751:1983

TABLEAU I

TABLE I

Relation température/résistance

Temperature/resistance relationship

$$R(0) = 100,00 \Omega \quad \alpha = 0,003\ 850$$

°C EIPT-68	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C EIPT-68
-200	18,49											-200
-190	22,80	22,37	21,94	21,51	21,08	20,65	20,22	19,79	19,36	18,93	18,49	-190
-180	27,08	26,65	26,23	25,80	25,37	24,94	24,52	24,09	23,66	23,23	22,80	-180
-170	31,32	30,90	30,47	30,05	29,63	29,20	28,78	28,35	27,93	27,50	27,08	-170
-160	35,53	35,11	34,69	34,27	33,85	33,43	33,01	32,59	32,16	31,74	31,32	-160
-150	39,71	39,30	38,88	38,46	38,04	37,63	37,21	36,79	36,37	35,95	35,53	-150
-140	43,87	43,45	43,04	42,63	42,21	41,79	41,38	40,96	40,55	40,13	39,71	-140
-130	48,00	47,59	47,18	46,76	46,35	45,94	45,52	45,11	44,70	44,28	43,87	-130
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,64	49,23	48,82	48,41	48,00	-120
-110	56,19	55,78	55,38	54,97	54,56	54,15	53,74	53,33	52,92	52,52	52,11	-110
-100	60,25	59,85	59,44	59,04	58,63	58,22	57,82	57,41	57,00	56,60	56,19	-100
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,87	61,47	61,06	60,66	60,25	-90
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70	64,30	-80
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73	68,33	-70
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73	72,33	-60
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,13	76,73	76,33	-50
-40	84,27	83,88	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70	80,31	-40
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67	84,27	-30
-20	92,16	91,77	91,37	90,93	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62	88,22	-20
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55	92,16	-10
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48	96,09	0
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40	107,79	10
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,28	111,67	20
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	113,99	114,38	114,77	115,15	115,54	30
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,85	118,24	118,62	119,01	119,40	40
50	119,40	119,78	120,16	120,55	120,93	121,32	121,70	122,09	122,47	122,86	123,24	50
60	123,24	123,62	124,01	124,39	124,77	125,16	125,54	125,92	126,31	126,69	127,07	60
70	127,07	127,45	127,84	128,22	128,60	128,98	129,37	129,75	130,13	130,51	130,89	70
80	130,89	131,27	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,56	133,94	134,32	134,70	80
90	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12	138,50	90
100	138,50	138,88	139,26	139,64	140,02	140,39	140,77	141,15	141,53	141,91	142,29	100
110	142,29	142,66	143,04	143,42	143,80	144,17	144,55	144,93	145,31	145,68	146,06	110
120	146,06	146,44	146,81	147,19	147,57	147,94	148,32	148,70	149,07	149,45	149,82	120
130	149,82	150,20	150,57	150,95	151,33	151,70	152,08	152,45	152,83	153,20	153,58	130
140	153,58	153,95	154,32	154,70	155,07	155,45	155,82	156,19	156,57	156,94	157,31	140
150	157,31	157,69	158,06	158,43	158,81	159,18	159,55	159,93	160,30	160,67	161,04	150
160	161,04	161,42	161,79	162,16	162,53	162,90	163,27	163,65	164,02	164,39	164,76	160
170	164,76	165,13	165,50	165,87	166,24	166,61	166,98	167,35	167,72	168,09	168,46	170
180	168,46	168,83	169,20	169,57	169,94	170,31	170,68	171,05	171,42	171,79	172,16	180
190	172,16	172,53	172,90	173,26	173,63	174,00	174,37	174,74	175,10	175,47	175,84	190
200	175,84	176,21	176,57	176,94	177,31	177,68	178,04	178,41	178,78	179,14	179,51	200
210	179,51	179,88	180,24	180,61	180,97	181,34	181,71	182,07	182,44	182,80	183,17	210
220	183,17	183,53	183,90	184,26	184,63	184,99	185,36	185,72	186,09	186,45	186,82	220
230	186,82	187,18	187,54	187,91	188,27	188,63	189,00	189,36	189,72	190,09	190,45	230
240	190,45	190,81	191,18	191,54	191,90	192,26	192,63	192,99	193,35	193,71	194,07	240
250	194,07	194,44	194,80	195,16	195,52	195,88	196,24	196,60	196,96	197,33	197,69	250
260	197,69	198,05	198,41	198,77	199,13	199,49	199,85	200,21	200,57	200,93	201,29	260
270	201,29	201,65	202,01	202,36	202,72	203,08	203,44	203,80	204,16	204,52	204,88	270
280	204,88	205,23	205,59	205,95	206,31	206,67	207,02	207,38	207,74	208,10	208,45	280
290	208,45	208,81	209,17	209,52	209,88	210,24	210,59	210,95	211,31	211,66	212,02	290
300	212,02	212,37	212,73	213,09	213,44	213,80	214,15	214,51	214,86	215,22	215,57	300
310	215,57	215,93	216,28	216,64	216,99	217,35	217,70	218,05	218,41	218,76	219,12	310
320	219,12	219,47	219,82	220,18	220,53	220,88	221,24	221,59	221,94	222,29	222,65	320

Résistance-ohms/Resistance-ohms

TABLEAU I (suite)

TABLE I (continued)

$$R(0) = 100,00 \Omega \quad \alpha = 0,003 850$$

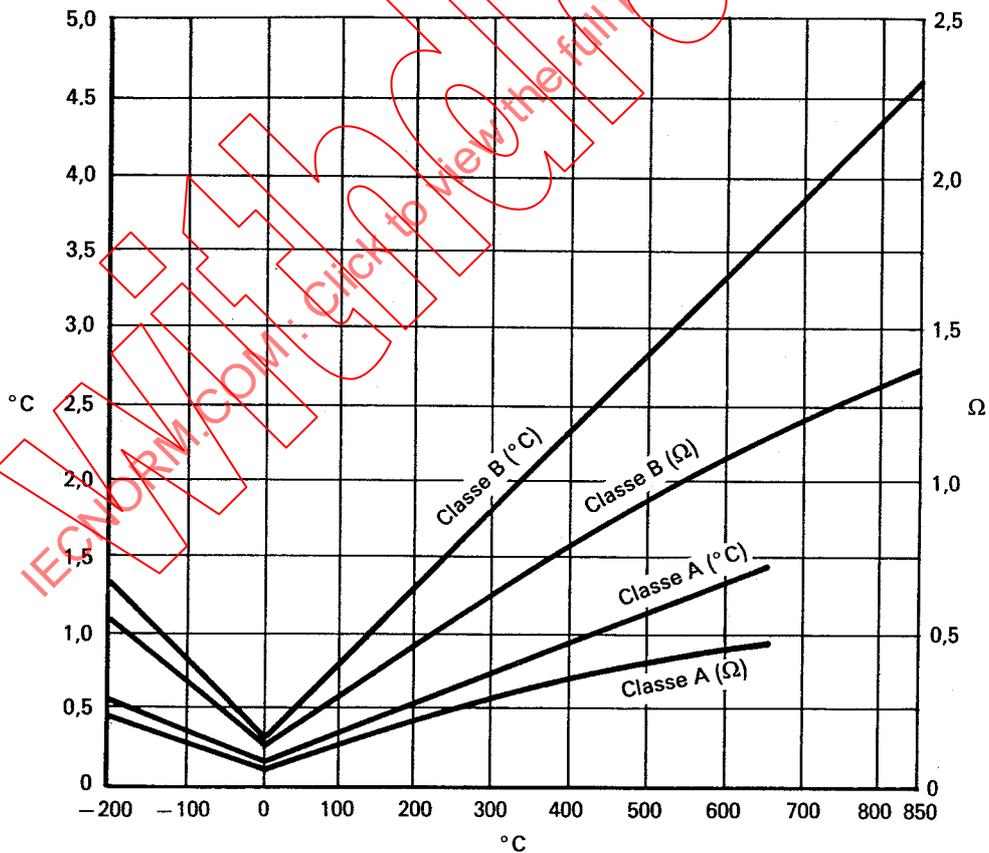
°C EIPT-68	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C EIPT-68
330	222,65	223,00	223,35	223,70	224,06	224,41	224,76	225,11	225,46	225,81	226,17	330
340	226,17	226,52	226,87	227,22	227,57	227,92	228,27	228,62	228,97	229,32	229,67	340
350	229,67	230,02	230,37	230,72	231,07	231,42	231,77	232,12	232,47	232,82	233,17	350
360	233,17	233,52	233,87	234,22	234,56	234,91	235,26	235,61	235,96	236,31	236,65	360
370	236,65	237,00	237,35	237,70	238,04	238,39	238,74	239,09	239,43	239,78	240,13	370
380	240,13	240,47	240,82	241,17	241,51	241,86	242,20	242,55	242,90	243,24	243,59	380
390	243,59	243,93	244,28	244,62	244,97	245,31	245,66	246,00	246,35	246,69	247,04	390
400	247,04	247,38	247,73	248,07	248,41	248,76	249,10	249,45	249,79	250,13	250,48	400
410	250,48	250,82	251,16	251,50	251,85	252,19	252,53	252,88	253,22	253,56	253,90	410
420	253,90	254,24	254,59	254,93	255,27	255,61	255,95	256,29	256,64	256,98	257,32	420
430	257,32	257,66	258,00	258,34	258,68	259,02	259,36	259,70	260,04	260,38	260,72	430
440	260,72	261,06	261,40	261,74	262,08	262,42	262,76	263,10	263,43	263,77	264,11	440
450	264,11	264,45	264,79	265,13	265,47	265,80	266,14	266,48	266,82	267,15	267,49	450
460	267,49	267,83	268,17	268,50	268,84	269,18	269,51	269,85	270,19	270,52	270,86	460
470	270,86	271,20	271,53	271,87	272,20	272,54	272,88	273,21	273,55	273,88	274,22	470
480	274,22	274,55	274,89	275,22	275,56	275,89	276,23	276,56	276,89	277,23	277,56	480
490	277,56	277,90	278,23	278,56	278,90	279,23	279,56	279,90	280,23	280,56	280,90	490
500	280,90	281,23	281,56	281,89	282,23	282,56	282,89	283,22	283,55	283,89	284,22	500
510	284,22	284,55	284,88	285,21	285,54	285,87	286,21	286,54	286,87	287,20	287,53	510
520	287,53	287,86	288,19	288,52	288,85	289,18	289,51	289,84	290,17	290,50	290,83	520
530	290,83	291,16	291,49	291,81	292,14	292,47	292,80	293,13	293,46	293,79	294,11	530
540	294,11	294,44	294,77	295,10	295,43	295,75	296,08	296,41	296,74	297,06	297,39	540
550	297,39	297,72	298,04	298,37	298,70	299,02	299,35	299,68	300,00	300,33	300,65	550
560	300,65	300,98	301,31	301,63	301,96	302,28	302,61	302,93	303,26	303,58	303,91	560
570	303,91	304,23	304,56	304,88	305,20	305,53	305,85	306,18	306,50	306,82	307,15	570
580	307,15	307,47	307,79	308,12	308,44	308,76	309,09	309,41	309,73	310,05	310,38	580
590	310,38	310,70	311,02	311,34	311,67	311,99	312,31	312,63	312,95	313,27	313,59	590
600	313,59	313,92	314,24	314,56	314,88	315,20	315,52	315,84	316,16	316,48	316,80	600
610	316,80	317,12	317,44	317,76	318,08	318,40	318,72	319,04	319,36	319,68	319,99	610
620	319,99	320,31	320,63	320,95	321,27	321,59	321,91	322,22	322,54	322,86	323,18	620
630	323,18	323,49	323,81	324,13	324,45	324,76	325,08	325,40	325,72	326,03	326,35	630
640	326,35	326,66	326,98	327,30	327,61	327,93	328,25	328,56	328,88	329,19	329,51	640
650	329,51	329,82	330,14	330,45	330,77	331,08	331,40	331,71	332,03	332,34	332,66	650
660	332,66	332,97	333,28	333,60	333,91	334,23	334,54	334,85	335,17	335,48	335,79	660
670	335,79	336,11	336,42	336,73	337,04	337,36	337,67	337,98	338,29	338,61	338,92	670
680	338,92	339,23	339,54	339,85	340,16	340,48	340,79	341,10	341,41	341,72	342,03	680
690	342,03	342,34	342,65	342,96	343,27	343,58	343,89	344,20	344,51	344,82	345,13	690
700	345,13	345,44	345,75	346,06	346,37	346,68	346,99	347,30	347,60	347,91	348,22	700
710	348,22	348,53	348,84	349,15	349,45	349,76	350,07	350,38	350,69	350,99	351,30	710
720	351,30	351,61	351,91	352,22	352,53	352,83	353,14	353,45	353,75	354,06	354,37	720
730	354,37	354,67	354,98	355,28	355,59	355,90	356,20	356,51	356,81	357,12	357,42	730
740	357,42	357,73	358,03	358,34	358,64	358,95	359,25	359,55	359,86	360,16	360,47	740
750	360,47	360,77	361,07	361,38	361,68	361,98	362,29	362,59	362,89	363,19	363,50	750
760	363,50	363,80	364,10	364,40	364,71	365,01	365,31	365,61	365,91	366,22	366,52	760
770	366,52	366,82	367,12	367,42	367,72	368,02	368,32	368,63	368,93	369,23	369,53	770
780	369,53	369,83	370,13	370,43	370,73	371,03	371,33	371,63	371,93	372,22	372,52	780
790	372,52	372,82	373,12	373,42	373,72	374,02	374,32	374,61	374,91	375,21	375,51	790
800	375,51	375,81	376,10	376,40	376,70	377,00	377,29	377,59	377,89	378,19	378,48	800
810	378,48	378,78	379,06	379,37	379,67	379,97	380,26	380,56	380,85	381,15	381,45	810
820	381,45	381,74	382,04	382,33	382,63	382,92	383,22	383,51	383,81	384,10	384,40	820
830	384,40	384,69	384,98	385,28	385,57	385,87	386,16	386,45	386,75	387,04	387,34	830
840	387,34	387,63	387,92	388,21	388,51	388,80	389,09	389,39	389,68	389,97	390,26	840
850	390,26											850

Résistance-ohms/Resistance-ohms

TABEAU II

Tolérances pour les thermomètres 100 Ω

Température (°C)	Tolérance			
	Classe A		Classe B	
	(± °C)	(± Ω)	(± °C)	(± Ω)
-200	0,55	0,24	1,3	0,56
-100	0,35	0,14	0,8	0,32
0	0,15	0,06	0,3	0,12
100	0,35	0,13	0,8	0,30
200	0,55	0,20	1,3	0,48
300	0,75	0,27	1,8	0,64
400	0,95	0,33	2,3	0,79
500	1,15	0,38	2,8	0,93
600	1,35	0,43	3,3	1,06
650	1,45	0,46	3,6	1,13
700	—	—	3,8	1,17
800	—	—	4,3	1,28
850	—	—	4,6	1,34



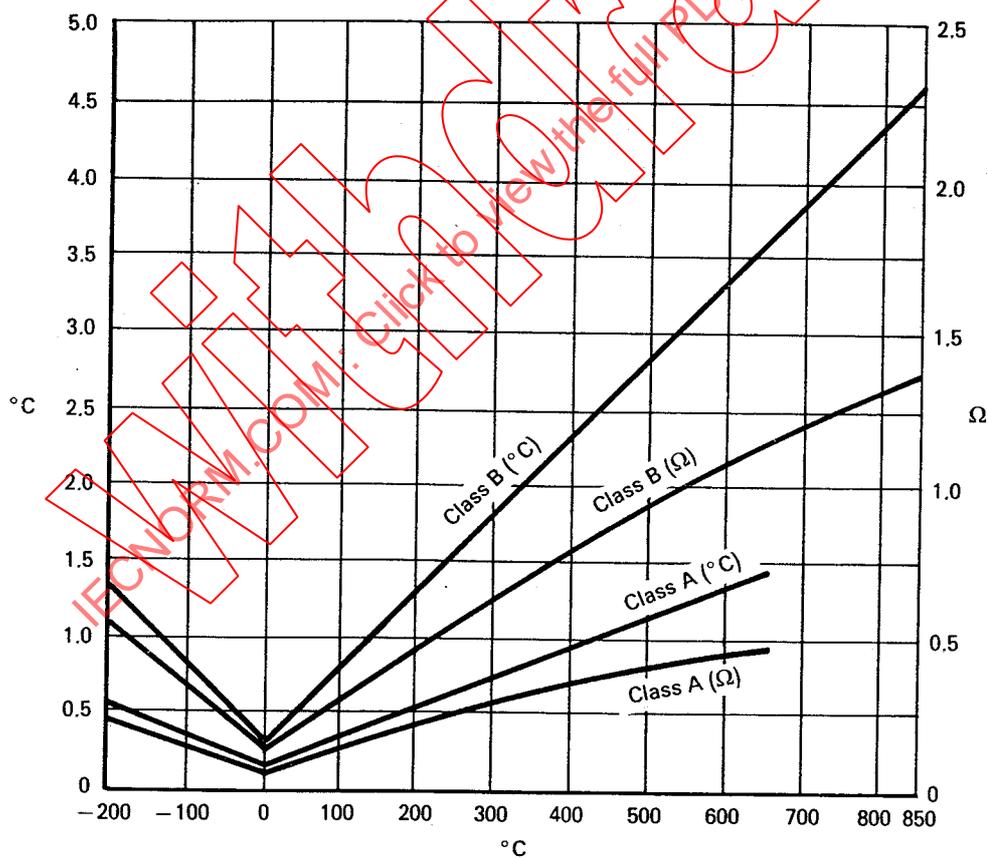
087/83

FIG. 2. — Tolérances d'interchangeabilité en fonction de la température pour les thermomètres 100 Ω.

TABLE II

*Tolerances for 100  $\Omega$  thermometers*

Temperature (°C)	Tolerance			
	Class A		Class B	
	( $\pm$ °C)	( $\pm$ $\Omega$ )	( $\pm$ °C)	( $\pm$ $\Omega$ )
-200	0.55	0.24	1.3	0.56
-100	0.35	0.14	0.8	0.32
0	0.15	0.06	0.3	0.12
100	0.35	0.13	0.8	0.30
200	0.55	0.20	1.3	0.48
300	0.75	0.27	1.8	0.64
400	0.95	0.33	2.3	0.79
500	1.15	0.38	2.8	0.93
600	1.35	0.43	3.3	1.06
650	1.45	0.46	3.6	1.13
700	—	—	3.8	1.17
800	—	—	4.3	1.28
850	—	—	4.6	1.34



087/83

FIG. 2. — Tolerances values as a function of temperature for 100  $\Omega$  thermometers.

### 3.4 Alimentation électrique

Les thermomètres doivent être fabriqués de manière qu'ils puissent être utilisés avec des dispositifs de mesure fonctionnant, en courant continu ou en courant alternatif jusqu'à une fréquence de 500 Hz.

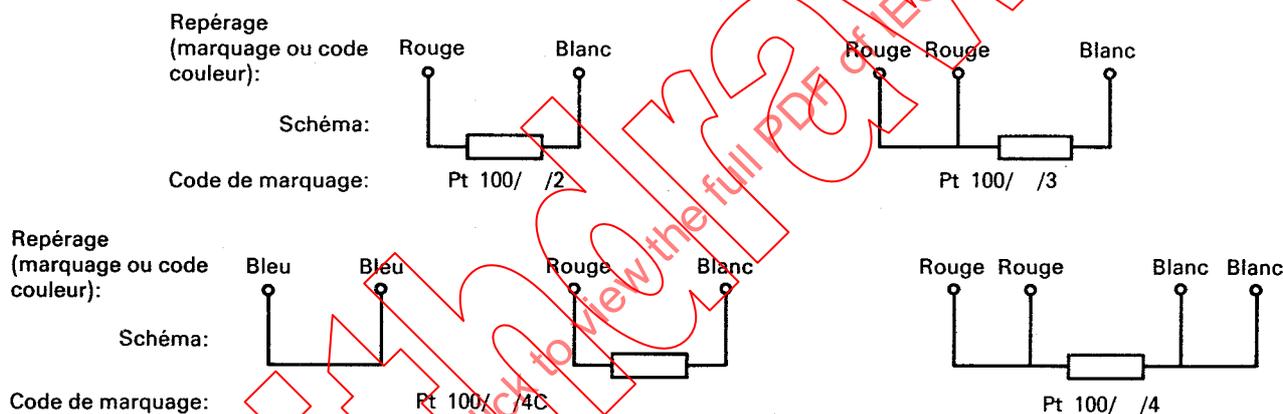
### 3.5 Configuration des fils de prolongation

Les thermomètres peuvent être fabriqués avec diverses configurations des conducteurs internes de prolongation. Le repérage et la référence des fils de sortie est donc indispensable. La figure 3 montre les configurations recommandées.

### 3.6 Identification du thermomètre

Chaque thermomètre doit porter l'indication de la valeur de sa résistance, de sa classe de tolérance, de la configuration des fils de prolongation et de son domaine de température, par exemple:

Pt 100/A/3/ - 100/ + 200



088/83

FIG. 3. — Configuration des fils de sortie.

S'il y a plus d'une résistance thermométrique dans une seule gaine de thermomètre, le constructeur devra prévoir un repérage approprié.

## 4. Essais

### 4.1 Généralités

Les essais sont effectués pour prouver que les thermomètres sont conformes aux prescriptions de la présente norme.

Il n'est ni demandé ni recommandé d'effectuer tous les essais pour chaque thermomètre livré. Deux types d'essais sont décrits, soit:

- 1) les essais habituels de production qui sont effectués sur chaque thermomètre fabriqué conformément à cette norme;

3.4 *Electrical supply*

Thermometers shall be constructed so that they are suitable for use in measuring systems using direct current or alternating current at frequencies up to 500 Hz.

3.5 *Connecting wire configuration*

Thermometers may be constructed with a variety of internal connecting wire configurations. Identification and designation of the terminals is therefore essential. Figure 3 shows the preferred methods.

3.6 *Thermometer identification*

Each thermometer shall be marked to indicate resistance class, connecting wire configuration, and temperature range, for example:

Pt 100/A/3/ - 100/ + 200

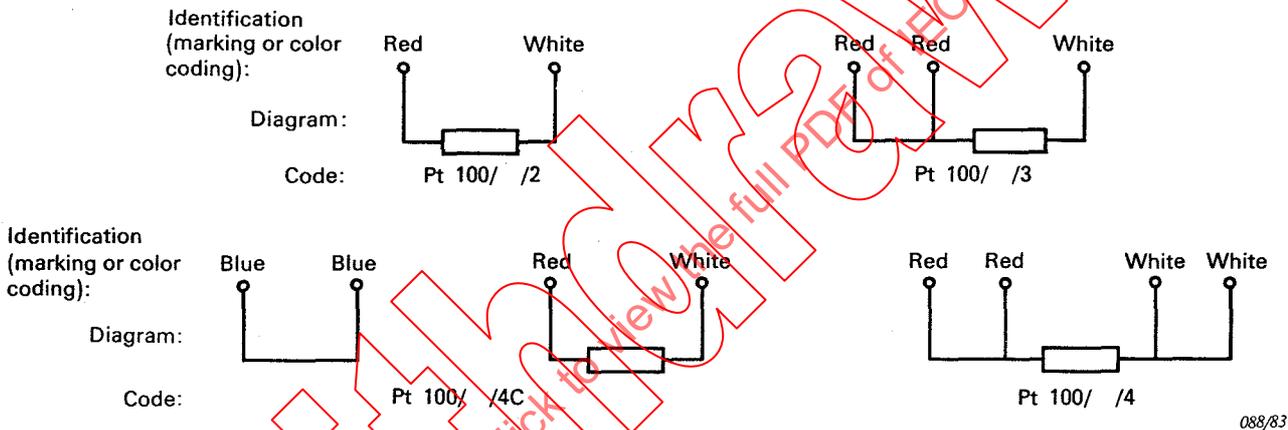


FIG. 3. — Connection configurations.

If more than one sensing resistor is enclosed in a single sheath, the manufacturer should provide appropriate identification.

4. Tests

4.1 *General*

Tests shall be carried out to prove that thermometers comply with the requirements of this standard.

It is not intended or recommended that all tests should be carried out on every thermometer supplied. Two kinds of tests are therefore described, as follows:

- 1) routine production tests which shall be carried out on every thermometer manufactured in accordance with this standard;

- 2) des essais de type qui sont réalisés sur un échantillonnage de thermomètres pris dans un lot correspondant à une définition particulière. Ceux-ci sont subdivisés en essais applicables à tous les types de thermomètres et essais complémentaires pour des thermomètres conçus pour fonctionner dans des conditions sévères d'environnement.

#### 4.2 Essais habituels de production

##### 4.2.1 Résistance d'isolement

Quand la résistance thermométrique est montée dans sa gaine, la résistance d'isolement entre chaque sortie et la gaine est mesurée par un essai de mise sous tension entre 10 V et 100 V courant continu avec une température ambiante comprise entre 15 °C et 35 °C et un pourcentage d'humidité relative ne dépassant pas 80%. La polarité du courant d'essai est inversée une fois. Dans tous les cas, la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 100 MΩ une fois sa valeur stabilisée.

##### 4.2.2 Tolérance sur la résistance

L'étalonnage de la résistance du thermomètre doit être compris dans les valeurs des tolérances spécifiées au paragraphe 3.3. La mesure est effectuée avec un courant tel que la puissance électrique dissipée dans le thermomètre ne provoque pas une élévation de température due à l'auto-échauffement supérieure à  $\frac{1}{2}$  de la valeur de la tolérance à cette température.

L'essai pour les thermomètres de la classe A est effectué à deux températures ou plus, convenablement choisies dans le domaine d'emploi du thermomètre et avec une profondeur d'immersion au moins égale à celle qui est spécifiée (voir paragraphe 5.2).

L'essai pour les thermomètres de la classe B est effectué à une seule température, normalement au point de fusion de la glace.

#### 4.3 Essais de type

##### 4.3.1 Résistance d'isolement

La connaissance de la valeur de résistance d'isolement est importante pour la conception du circuit associé.

L'essai est indiqué au paragraphe 4.2.1. Un essai complémentaire est effectué à la température maximale d'emploi sous une tension continue ne dépassant pas 10 V. La résistance d'isolement entre chaque conducteur et la gaine de protection ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées au tableau III.

TABLEAU III

*Résistance minimale d'isolement à la température maximale*

Température maximale d'emploi (°C)	Résistance minimale d'isolement (MΩ)
100 à 300	10
301 à 500	2
501 à 850	0,5

- 2) type tests which shall be carried out on samples of each particular design and range of thermometer. These are subdivided into tests for all forms of thermometers and additional tests for thermometers designed for use in severe environmental conditions.

#### 4.2 Routine production tests

##### 4.2.1 Insulation resistance

When the sensing resistor is mounted in its sheath the insulation resistance between each terminal and the sheath shall be measured with a test voltage between 10 V and 100 V d.c. and under ambient conditions between 15 °C and 35 °C and at a relative humidity not exceeding 80%. The polarity of the test current shall be reversed. In all cases the insulation resistance shall be not less than 100 MΩ when the value has stabilized.

##### 4.2.2 Resistance tolerance

The resistance calibration of the thermometer shall be within the tolerance values specified in Sub-clause 3.3 when tested with a current such that the electrical power dissipated in the thermometer does not cause a rise of temperature due to self-heating in excess of  $\frac{1}{3}$  the tolerance value at the temperature.

The test for Class A thermometers shall be carried out at two or more temperatures suitably spaced over the stated working range and with the thermometer inserted in the test medium to at least the declared calibration immersion depth (see Sub-clause 5.2).

The test for Class B thermometers shall be carried out at one temperature, normally the ice point.

#### 4.3 Type tests

##### 4.3.1 Insulation resistance

A knowledge of the insulation resistance is important in the design of associated circuitry.

The test shall be that specified in Sub-clause 4.2.1. An additional test shall be carried out at a test voltage not exceeding 10 V d.c. with the thermometer at the rated maximum temperature. The insulation resistance between each terminal and the sheath shall be not less than that shown in Table III.

TABLE III

*Minimum insulation resistance at maximum temperature*

Rated maximum temperature (°C)	Minimum insulation resistance (MΩ)
100 to 300	10
301 to 500	2
501 to 850	0.5

#### 4.3.2 Précision de la résistance

L'étalonnage de la résistance du thermomètre est effectué avec le thermomètre plongé au moins à la profondeur d'immersion dans le milieu d'essai, spécifiée au paragraphe 5.2, et avec un courant de mesure tel que la puissance électrique dissipée dans le thermomètre ne provoque pas une élévation de température par auto-échauffement supérieure à  $\frac{1}{3}$  de la tolérance du thermomètre à cette température. L'essai est effectué à un nombre suffisant de températures dans le domaine d'emploi du thermomètre pour vérifier que la résistance dans ce domaine est conforme aux limites spécifiées.

#### 4.3.3 Temps de réponse thermique

Le temps de réponse thermique  $\tau$  est le temps mis par un thermomètre pour répondre à une variation instantanée de température (échelon) par une variation de résistance correspondant à un pourcentage spécifié de l'échelon de température appliqué. Le temps de réponse pour une variation de 50 % ( $\tau_{0,5}$ ) est noté. Le temps de réponse pour une variation de 10 % ( $\tau_{0,1}$ ) et 90 % ( $\tau_{0,9}$ ) ou pour d'autres variations pourra aussi être noté, sur demande.

La valeur pour une variation de 63,2% n'est pas recommandée à cause de la confusion possible avec la constante de temps d'un dispositif simple du premier ordre. Par extension, tous les thermomètres présentent des réponses qui diffèrent de celles d'un système du premier ordre.

##### 4.3.3.1 Conditions générales d'essai

Si le temps de réponse est mesuré en changeant la température du milieu ambiant, le temps mis par le milieu d'essai pour atteindre 50% de la valeur maximale de l'échelon de température doit être inférieur ou égal à  $\frac{1}{10}$  de  $\tau_{0,5}$ .

Si le temps de réponse est mesuré en plongeant le thermomètre dans un milieu de température différente, le temps mis par le thermomètre pour atteindre sa profondeur d'immersion finale doit être inférieur ou égal à  $\frac{1}{10}$  de  $\tau_{0,5}$ .

Des exemples de dispositifs d'essai sont donnés dans l'annexe A.

Le temps de réponse de l'appareil de mesure (voir Publication 258 de la CEI: Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires) doit être inférieur ou égal à  $\frac{1}{3}$  de  $\tau_{0,5}$ . Chaque valeur caractéristique obtenue au cours de cet essai est calculée comme étant la valeur moyenne d'au moins trois mesures dont aucune ne doit s'écarter de  $\pm 10\%$  de la valeur moyenne.

La partie utile de section droite dans la veine d'essai est la zone de la section droite réelle où la répartition de la vitesse et de la température est sensiblement uniforme. Le thermomètre soumis à l'essai est plongé au centre de la veine d'essai, de façon que son axe soit dans un plan perpendiculaire à la direction de l'écoulement. La largeur de la veine doit être égale ou supérieure à dix fois le diamètre du thermomètre.

##### 4.3.3.2 Conditions d'essai dans de l'air en circulation

La vitesse dans la partie utile de la section droite sera de  $3 \pm 0,3$  m/s. La température initiale doit être comprise entre 10 °C et 30 °C. La valeur de l'échelon de température doit être supérieure à 10 °C et inférieure à 20 °C. La profondeur minimale d'immersion du thermomètre à contrôler doit être égale à la longueur sensible du thermomètre, augmentée de 15 fois son diamètre. Lorsque la profondeur nominale d'immersion du thermomètre est inférieure à la valeur mentionnée ci-dessus, l'essai est effectué à la profondeur nominale d'immersion. Cette profondeur d'immersion doit être indiquée dans le rapport d'essai.

#### 4.3.2 Resistance accuracy

The resistance calibration shall be made with the thermometer inserted to at least the declared calibration immersion depth in the test medium specified in Sub-clause 5.2, and with a measuring current such that the electrical power dissipated does not cause a temperature rise due to self-heating in excess of  $\frac{1}{5}$  of the tolerance at the temperature. The test shall be carried out at a sufficient number of temperatures over the stated working range to establish that the resistance throughout the range lies within the limits specified.

#### 4.3.3 Thermal response time

The thermal response time  $\tau$  is the time required for a thermometer to react to a step change of temperature with a resistance change corresponding to a specified percentage of the step change. The response time for a 50% change ( $\tau_{0.5}$ ) shall be recorded. In addition the response times for a 10% ( $\tau_{0.1}$ ) and 90% ( $\tau_{0.9}$ ) changes or other changes may be recorded if requested.

The value for 63.2% change is not recommended because of possible confusion with the time constant of a simple, single-order device. To some extent, all thermometers exhibit variations from a single-order response.

##### 4.3.3.1 General test requirements

If the response time is measured by changing the thermometer of the surrounding medium, the time for the temperature of the test medium to reach 50% of its value shall not exceed  $\frac{1}{10}$  of  $\tau_{0.5}$ .

If the response time is measured by plunging the thermometer into a medium of different temperature, the time for the thermometer to reach the final immersion depth shall not exceed  $\frac{1}{10}$  of  $\tau_{0.5}$ .

Examples of test devices are described in Appendix A.

The response time of the recording instrument (see IEC Publication 258: Direct Acting Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories) shall not exceed  $\frac{1}{5}$  of  $\tau_{0.5}$ . Each characteristic value within the test shall be calculated as a mean value of at least three tests, each of which falls typically within  $\pm 10\%$  of the mean value.

The usable cross-section of a test channel is that part of the actual cross-section with substantially uniform temperature and velocity distribution. The thermometer to be tested shall be inserted into the centre of the test channel with its axis in a plane perpendicular to the direction of flow. The width of the channel shall be equal to or more than ten times the diameter of the thermometer.

##### 4.3.3.2 Test conditions for flowing air

The velocity within the usable cross-section should be  $3 \pm 0.3$  m/s. The initial temperature shall be between 10 °C and 30 °C. The value of the temperature step shall be more than 10 °C and less than 20 °C. The minimum immersion depth of the thermometer to be tested shall be equal to the sensitive length of the thermometer plus 15 times its diameter. Where the design immersion depth of a thermometer is less than the above-mentioned value, the test should be performed at the design immersion depth. This immersion depth shall be mentioned in the test report.

#### 4.3.3 Conditions d'essai dans de l'eau en circulation

Pour les temps de réponse inférieurs à 1 s, l'appareil d'essai devra être conçu de façon que l'eau ne présente pas de surface libre devant et derrière le thermomètre, afin d'éviter les problèmes dus à l'entraînement d'air. La vitesse  $v$  dans la partie utile de la section droite doit être de  $0,4 \pm 0,05$  m/s. La température initiale doit être comprise entre 5 °C et 30 °C. L'échelon de température ne doit pas être supérieur à 10 °C.

La température finale de l'eau ne doit pas varier de plus de  $\pm 1\%$  de la température de l'échelon pendant la mesure.

La profondeur minimale d'immersion doit être égale à la longueur sensible du thermomètre, augmentée de cinq fois son diamètre.

Lorsque la profondeur nominale d'immersion du thermomètre est inférieure à la valeur indiquée ci-dessus, l'essai est effectué à la profondeur nominale d'immersion. Cette profondeur nominale d'immersion doit être indiquée dans le rapport d'essai.

#### 4.3.4 Auto-échauffement

Cet essai est effectué avec le thermomètre immergé à la profondeur d'immersion d'étalonnage spécifiée dans un bain d'eau bien agitée, maintenu à la température du point de fusion de la glace. Un dispositif approprié pour essayer le thermomètre immergé à la profondeur d'immersion d'étalonnage est décrit dans l'annexe B.

A l'équilibre, la valeur de la résistance du thermomètre est mesurée avec un courant tel que la puissance dissipée dans le thermomètre soit inférieure ou égale à 0,1 mW.

Dans le cas d'un thermomètre de résistance nominale de 100  $\Omega$ , la résistance à l'équilibre est mesurée soit pour le courant maximal d'emploi spécifié par le constructeur, soit pour un courant de 10 mA, si le courant spécifié par le constructeur est supérieur à cette valeur. L'essai équivalent pour un thermomètre de résistance nominale de 10  $\Omega$  est effectué avec un courant de 30 mA. L'augmentation de température qui correspond à l'augmentation mesurée de la résistance ne doit pas dépasser 0,3 °C.

*Note.* — Cet essai peut ne pas être adapté pour certains petits thermomètres. S'il convient d'utiliser le thermomètre dans des gaz, des informations complémentaires sur l'effet d'auto-échauffement devraient être fournies, sur demande, par le constructeur.

#### 4.3.5 Erreur d'immersion

L'appareil approprié pour essayer le thermomètre immergé à la profondeur d'immersion d'étalonnage est décrit dans l'annexe C. L'essai est effectué avec un courant de mesure tel que la puissance électrique dissipée dans le thermomètre ne soit pas supérieure à 1,0 mW. L'essai consistera à diminuer lentement la profondeur d'immersion jusqu'à ce que la température indiquée varie de 0,1 °C. On mesurera alors la profondeur d'immersion qui sera notée comme étant la profondeur d'immersion minimale utilisable.

#### 4.3.6 Effet thermo-électrique

Le thermomètre peut être essayé avec le dispositif décrit dans l'annexe C ou avec un matériel similaire.

L'immersion est modifiée lentement entre la profondeur d'immersion d'étalonnage et la profondeur maximale possible jusqu'à ce que la force électromotrice mesurée à l'extrémité des fils de sortie ait atteint son maximum, lequel ne devra pas dépasser 20  $\mu$ V.

#### 4.3.3.3 *Test conditions for flowing water*

For response times less than 1 s, the test apparatus should be designed so that the water has no free surface in front of or behind the thermometer so as to avoid problems of air entrainment. The velocity  $v$  within the usable cross-section shall be  $0.4 \pm 0.05$  m/s. The initial temperature shall be within the limits of 5 °C and 30 °C. The temperature step shall be not more than 10 °C.

The final temperature of the water shall not vary by more than  $\pm 1\%$  of the temperature step during the duration of the measurement.

The minimum immersion depth shall be equal to the sensitive length of the thermometer plus five times its diameter.

Where the designed immersion depth of a thermometer is less than the above-mentioned value, the test should be performed at the designed immersion depth. This immersion depth shall be mentioned in the test report.

#### 4.3.4 *Self-heating*

This test shall be carried out with the thermometer immersed to the declared calibration immersion depth in well-stirred water maintained at the ice point. Suitable apparatus for testing the thermometer immersed to the calibration immersion depth is described in Appendix B.

The steady-state resistance shall be measured with a current such that the power dissipation in the thermometer is not more than 0.1 mW.

In the case of the nominal 100  $\Omega$  resistance thermometer the steady-state resistance shall then be measured at the manufacturer's stated maximum rate current, or 10 mA, whichever is less. The equivalent figure for the nominal 10  $\Omega$  thermometer is 30 mA. The temperature rise equivalent to the measured increase in resistance shall not exceed 0.3 °C.

*Note.* — This test may not be appropriate for certain small thermometers. When the thermometer is operated in gases, additional information on the effect of self-heating should be available from the manufacturer if requested.

#### 4.3.5 *Immersion error*

Suitable apparatus for testing the thermometer immersed to the calibration immersion depth is detailed in Appendix C. The test shall be made with a measuring current such that the electrical power dissipated in the thermometer is not greater than 1.0 mW. The test shall consist of slowly decreasing the depth of immersion until the indicated temperature changes by 0.1 °C. The depth of immersion shall then be measured and described as a minimum usable depth of immersion.

#### 4.3.6 *Thermo-electric effect*

The thermometer may be tested in the apparatus shown in Appendix C or in similar equipment.

The immersion shall be slowly varied between the calibration immersion depth and the maximum practical depth until the electromotive force measured across the terminals is at its maximum, which shall not exceed 20  $\mu$ V.

#### 4.3.7 *Températures limites*

Le thermomètre est maintenu aux températures limites supérieure et inférieure de son domaine d'emploi pendant une durée de 250 h pour chaque température. Le thermomètre est immergé au moins à sa profondeur d'immersion d'étalonnage spécifiée. Si la température limite inférieure est en dessous de la température d'ébullition de l'azote liquide à la pression atmosphérique, cette dernière peut être retenue pour effectuer l'essai. Il convient de maintenir le thermomètre à la température ambiante pendant quelques minutes entre les essais.

Il doit être vérifié, après ces essais, que la résistance à 0 °C n'a pas varié de plus de l'équivalent de 0,15 °C pour les thermomètres de la classe A et 0,30 °C pour ceux de la classe B. Le thermomètre doit aussi être essayé afin de vérifier sa conformité aux prescriptions de résistance d'isolement du paragraphe 4.2.1.

*Note.* — Certains thermomètres, destinés à être utilisés avec des caractéristiques améliorées dans un domaine plus étroit que leur domaine total d'emploi, devraient être essayés dans l'intervalle d'emploi prévu par l'utilisateur.

#### 4.3.8 *Effet d'un cyclage de température*

Le thermomètre est porté lentement à la température limite supérieure de son domaine d'emploi, puis ramené dans l'air à la température ambiante. Il est ensuite porté lentement à la température limite inférieure de son domaine d'emploi puis exposé à l'atmosphère ambiante. A chaque limite, le thermomètre est immergé au moins à sa profondeur d'immersion d'étalonnage spécifiée et maintenu en température pendant un temps suffisant pour atteindre l'équilibre. Cet essai est répété dix fois. A la suite de cet essai, la résistance à 0 °C ne doit pas avoir varié de plus d'une valeur équivalente à 0,15 °C pour les thermomètres de la classe A et 0,30 °C pour ceux de la classe B. Si la température limite inférieure est en dessous de la température d'ébullition de l'azote liquide à la pression atmosphérique, cette dernière pourra être retenue pour cet essai. Le thermomètre doit aussi être essayé afin de vérifier sa conformité aux prescriptions de résistance d'isolement du paragraphe 4.2.1.

*Note.* — Certains thermomètres, destinés à être utilisés avec des caractéristiques améliorées dans un domaine plus étroit que leur domaine total d'emploi, devraient être essayés dans l'intervalle d'emploi prévu par l'utilisateur.

#### 4.4 *Essais spécifiques supplémentaires pour les thermomètres avec conditions sévères d'environnement*

Les essais ci-après sont des exemples d'essais spécifiques supplémentaires pour les thermomètres utilisés dans des conditions sévères d'environnement. Ces essais seront choisis à la suite d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur en fonction des conditions spécifiques d'emploi prévues.

##### 4.4.1 *Essai de chute*

Cet essai est prévu pour révéler toute faiblesse de construction. Le thermomètre complet avec son boîtier de raccordement, s'il en possède, est maintenu avec son axe longitudinal horizontal et lâché dix fois d'une hauteur de 250 mm sur une plaque d'acier de 6 mm d'épaisseur placée sur un sol rigide.

L'essai est suivi d'un contrôle des dommages mécaniques et le thermomètre doit aussi être essayé afin de vérifier sa conformité aux prescriptions de résistance d'isolement du paragraphe 4.2.1. Il sera vérifié qu'aucune interruption du circuit électrique n'est intervenue.

#### 4.3.7 Limiting temperatures

The thermometer shall be subjected to the upper and lower limits of its temperature range for a period of 250 h at each temperature. The thermometer shall be immersed to at least its declared calibration immersion depth. If the lower limit is below the temperature of liquid nitrogen boiling at atmospheric pressure, the latter temperature may be used for this test. The thermometer should be allowed to rest at room temperature for a few minutes between the tests.

As a result of these tests the resistance at 0 °C shall not have changed by more than the equivalent of 0.15 °C for Class A and 0.30 °C for Class B thermometers. The thermometer shall also be tested to ensure continued compliance with the insulation resistance requirements of Sub-clause 4.2.1.

*Note.* — Certain thermometers to be used with improved performance at narrower ranges than their total capability should be tested over the range of intended use as stated by the user.

#### 4.3.8 Effect of temperature cycling

The thermometer shall be brought slowly to the upper limit of its temperature range, then exposed to air at room temperature. It shall then be brought slowly to the lower limit of its temperature range then exposed to air at room temperature. At each limit the thermometer shall be immersed to at least its declared calibration immersion depth and shall be maintained at the temperature for sufficient time to reach equilibrium. This procedure shall be repeated ten times. As a result of this test the resistance at 0 °C shall not have changed by more than the equivalent of 0.15 °C for Class A and 0.30 °C for Class B thermometers. If the lower limit is below the temperature of liquid nitrogen boiling at atmospheric pressure, the latter temperature may be used for this test. The thermometer shall also be tested to ensure continued compliance with the insulation resistance requirements of Sub-clause 4.2.1.

*Note.* — Certain thermometers to be used with improved performance at shorter ranges than their total capability should be tested over the range of intended use as stated by the user.

#### 4.4 Additional type tests for thermometers for severe environmental conditions

The following are examples of additional type tests for thermometers for severe environmental conditions and should be arranged between the manufacturer and the user recognizing specific conditions.

##### 4.4.1 Drop test

This test is intended to reveal any weakness of construction. The thermometer, complete with head, if any, shall be held with its longitudinal axis horizontal and then be dropped ten times from a height of 250 mm on to a 6 mm thick steel plate on a rigid floor.

The thermometer shall be inspected for mechanical damage. It shall also be tested to ensure continued compliance with the insulation resistance requirements of Sub-clause 4.2.1 and the maintenance of electrical continuity.

#### 4.4.2 *Essai de vibrations*

Cet essai est effectué, si possible, avec un thermomètre monté de façon identique à celle qui est prévue pour son utilisation.

Le montage d'essai est fixé rigidement au vibreur et le thermomètre est essayé dans une plage de fréquence de 10 Hz à 500 Hz avec une accélération de 20 m/s<sup>2</sup> à 30 m/s<sup>2</sup> crête à crête. La plage de fréquences est balayée à la vitesse d'une octave par minute pendant une durée totale de 150 h. L'essai de vibrations est réalisé sur le thermomètre par moitié du temps total d'essai dans la direction axiale d'une part et transversale d'autre part. La fréquence et la nature de chaque résonance doivent être notées. La continuité du circuit électrique doit être enregistrée en continu. A la fin de cet essai, le thermomètre doit aussi être essayé afin de vérifier sa conformité aux prescriptions de résistance d'isolement du paragraphe 4.2.1. Le thermomètre doit aussi être essayé pour contrôler que la résistance au point de fusion de la glace n'a pas varié d'une valeur au plus équivalente à 0,05 °C.

#### 4.4.3 *Essai de pression*

Cet essai est prévu pour vérifier qu'un thermomètre fourni par un constructeur comme adapté à l'épreuve de la pression peut être placé dans un récipient sans autre protection.

Il a pour but d'établir la conformité de ses propriétés électriques et non pas de se substituer aux essais mécaniques pour vérifier son aptitude à une utilisation sous pression.

Le thermomètre peut être essayé en pression dans un tube rempli d'eau. Le tube ne laissera qu'un léger jeu autour du corps du thermomètre et sera en acier inoxydable. Son épaisseur doit être choisie en fonction des conditions d'essai en pression. Le tube, schématisé à la figure B2, page 36, de l'annexe B est placé dans le dispositif décrit dans l'annexe B, de telle sorte que la profondeur d'immersion d'étalonnage spécifiée du thermomètre sous la surface du mélange eau-glace soit réalisée.

Alors que le thermomètre est alimenté de manière que la puissance dissipée ne dépasse pas 1,0 mW, le système est mis en équilibre thermique. Sans changer la puissance dissipée dans le thermomètre, la variation de résistance est contrôlée lorsque la pression a été portée à 3,5 MPa, puis abaissée à la pression ambiante. Aucune variation de la résistance supérieure à une valeur équivalente à 0,05 °C ne doit normalement être enregistrée. L'isolation entre chaque sortie et la gaine est mesurée sous pression et ne doit pas être inférieure à 100 MΩ sous une tension continue d'essai comprise entre 10 V et 100 V.

Après essai, on vérifie qu'aucune détérioration physique n'affecte le thermomètre. Le thermomètre doit aussi être essayé afin de vérifier sa conformité aux prescriptions de résistance d'isolement du paragraphe 4.2.1.

### 5. Renseignements à fournir par le constructeur

#### 5.1 *Caractéristiques électriques*

Pour permettre la conception d'un système précis de mesure par courant alternatif, le plus grand nombre de valeurs des caractéristiques électriques utiles (capacité absolue et par rapport à la masse et inductance du thermomètre) sera fourni sur demande. Ces données seront obtenues à la température ambiante et à la température maximale d'emploi prévue.

#### 4.4.2 *Vibration test*

This test should be conducted if possible with the thermometer mounted in the same manner as that in which it is to be used.

The mounting means shall be rigidly attached to the vibrator and the thermometer shall be vibrated over the frequency range of 10 Hz to 500 Hz with a forcing acceleration of 20 m/s<sup>2</sup> to 30 m/s<sup>2</sup> peak-to-peak. The frequency range shall be swept at a rate of one octave per minute for a total period of 150 h. The vibrations shall be applied to the thermometer in axial and transverse directions each for one half of the total period. The frequency and nature of any resonances shall be noted. The electrical continuity shall be monitored continuously. At the conclusion of this test the thermometer shall be tested to ensure continued compliance with the insulation resistance requirements of Sub-clause 4.2.1. The thermometer shall also be tested to verify that the resistance at the ice point shall not have changed by more than the equivalent of 0.05 °C.

#### 4.4.3 *Pressure test*

This test is intended to apply to a thermometer supplied by a manufacturer as suitable for pressure tight insertion in a vessel without further protection.

It is to establish suitable electrical behaviour and is not to supplant tests for mechanical suitability for use under pressure.

The thermometer may be tested in a pressure tube filled with water. The tube, having only a small clearance around the stem of the thermometer, shall be made of stainless steel and should be as thin as is consistent with the pressure requirements. The tube such as shown in Figure B2, page 37, of Appendix B may be inserted in the apparatus described in Appendix B so that the thermometer is below the surface of the ice water to at least the calibration immersion depth.

With the thermometer energized such that the power dissipation does not exceed 1.0 mW the system should be allowed to reach thermal equilibrium. Without changing the power dissipated in the thermometer, the resistance change shall be monitored as the pressure is increased to 3.5 MPa and then reduced to ambient pressure. No change in resistance more than the equivalent of 0.05 °C should be indicated. The insulation between each terminal and the sheath shall be measured under pressure and shall be not less than 100 MΩ at a test voltage of 10 V to 100 V d.c.

The thermometer shall be inspected after the test for physical damage. It shall also be tested to ensure continued compliance with the insulation resistance requirements of Sub-clause 4.2.1.

### 5. **Information to be available from the manufacturer**

#### 5.1 *Electrical characteristics*

To enable an accurate alternating current measuring system to be designed, maximum values of the relevant electrical characteristic (i.e., thermometer capacitance, capacitance to earth, and inductance) shall be available on request. These data shall be for ambient temperature and for the maximum intended temperature of use.

## 5.2 *Profondeur d'immersion*

### 5.2.1 *Profondeur d'immersion d'étalonnage*

Le constructeur doit indiquer la profondeur d'immersion d'étalonnage à utiliser pour les essais de mesure de la résistance décrits aux paragraphes 4.2.2 et 4.3.2.

### 5.2.2 *Profondeur d'immersion minimale utilisable*

Le constructeur doit indiquer la profondeur d'immersion minimale utilisable décrite par l'essai du paragraphe 4.3.5.

## 5.3 *Temps de réponse thermique*

Le constructeur doit indiquer le temps de réponse thermique en secondes, mesuré à l'aide d'une des méthodes décrites au paragraphe 4.3.3 et doit préciser le fluide employé.

## 5.4 *Auto-échauffement*

Le constructeur doit indiquer la valeur d'auto-échauffement du thermomètre en °C/mW mesurée à l'aide de la méthode décrite au paragraphe 4.3.4.

## 5.5 *Résistance ohmique des conducteurs internes de prolongation*

Pour les thermomètres comportant deux conducteurs internes de prolongation, le constructeur devra obligatoirement indiquer la valeur de la résistance de ces derniers.

Pour les autres configurations, la valeur des conducteurs internes de prolongation devra être indiquée sur demande.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60751:1983

## 5.2 *Depth of immersion*

### 5.2.1 *Calibration immersion depth*

The manufacturer shall declare the calibration immersion depth used in the resistance tests of Sub-clauses 4.2.2 and 4.3.2.

### 5.2.2 *Minimum usable depth of immersion*

The manufacturer shall declare the minimum usable depth of immersion as determined by the test of Sub-clause 4.3.5.

## 5.3 *Thermal response time*

The manufacturer shall declare the thermal response time in seconds as measured by one of the methods of Sub-clause 4.3.3 and shall state the medium employed.

## 5.4 *Self-heating*

The manufacturer shall declare the self-heating effect of the thermometer in °C/mW as measured by the method of Sub-clause 4.3.4.

## 5.5 *Ohmic resistance of internal connection wires*

The manufacturer shall supply the value of resistance of internal connection wires in two-wire sensors.

The values of resistance of internal connection wires for other configurations shall be made available on request.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60751:1983

---

ANNEXE A

EXEMPLE DE DISPOSITIFS D'ESSAI POUR LES MESURES DE TEMPS DE RÉPONSE THERMIQUE

A1. Dispositif pour la mesure dans l'air (voir paragraphe 4.3.3.2 et figure A1)

L'air est soufflé dans la veine d'essai de section rectangulaire au moyen d'un ventilateur à travers un diffuseur et un écran de fil tissé. Le thermomètre est monté au centre de la veine d'essai, de façon que son axe longitudinal soit perpendiculaire à la direction de l'écoulement.

En avant du thermomètre est montée une grille constituée de fils chauffants. L'échelon de température est obtenu par le passage ou l'interruption d'un courant électrique à travers les fils de cette grille.

Le temps pour atteindre 50% de l'échelon de température ainsi produit avec une grille constituée de fils de  $2 \times 10^{-2}$  mm de diamètre et une vitesse de 1 m/s est par exemple de 15 ms. Pour l'essai de thermomètres dont le diamètre est inférieur à 2 mm, il convient que la distance entre les fils soit d'environ 0,5 mm et, pour des thermomètres plus gros, de 1 mm à 1,5 mm.

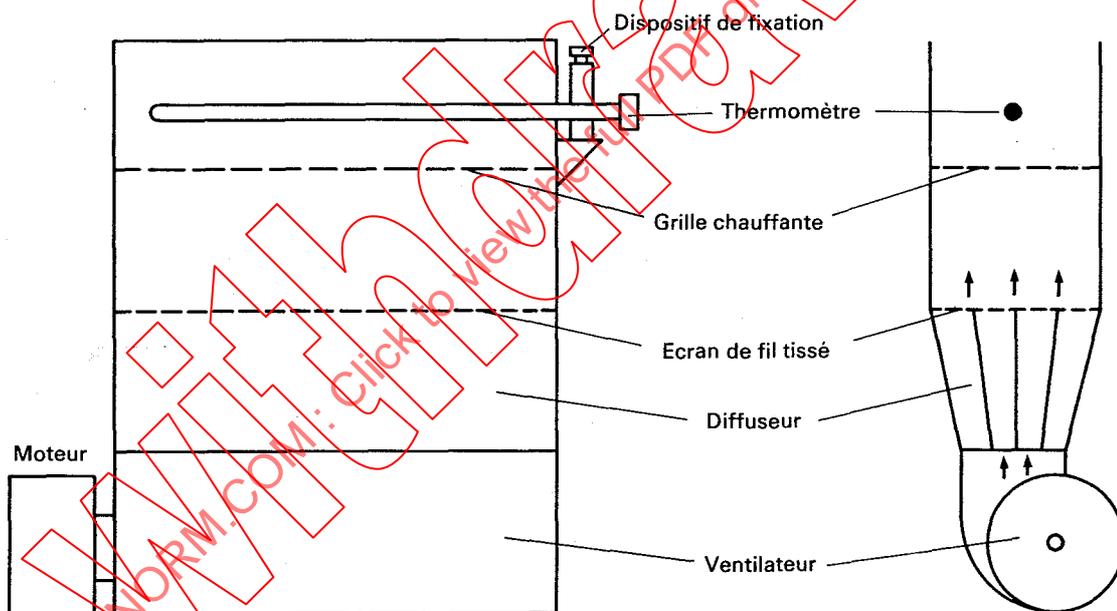


FIG. A1. — Dispositif pour essai dans l'air.

089/83

A2. Dispositif pour la mesure dans l'eau ou dans un autre liquide (voir paragraphe 4.3.3.3 et figure A2, page 32)

Un récipient cylindrique de 300 mm ou plus de diamètre et de 200 mm ou plus de hauteur est rempli avec le liquide d'essai. Le liquide est mis en rotation soit par rotation du récipient soit par rotation d'un tambour plongé au centre de ce récipient par sa partie supérieure.

Le liquide d'essai est chauffé à une température d'environ 10 °C au-dessus de la température ambiante. Ce chauffage peut être effectué par divers moyens tels que les

## APPENDIX A

## EXAMPLE OF TEST DEVICES FOR THERMAL RESPONSE TIME MEASUREMENTS

## A1. Device for testing in air (see Sub-clause 4.3.3.2 and Figure A1)

Air is blown through a diffuser and a wire mesh into the test channel having a rectangular cross-section by means of a fan. The thermometer is mounted in the centre of the test channel with the longitudinal axis of the thermometer normal to the direction of air flow.

In front of the thermometer a heatable wire grid is mounted. The temperature step is generated by switching on and off an electrical current through this wire grid.

The 50% time of the temperature step generated with the above-mentioned wire grid with a wire diameter of  $2 \times 10^{-2}$  mm at a velocity of 1 m/s is 15 ms for example. For testing thermometers with a diameter smaller than 2 mm, the distance between the grid wires should be about 0.5 mm and for thicker thermometers 1 mm to 1.5 mm.

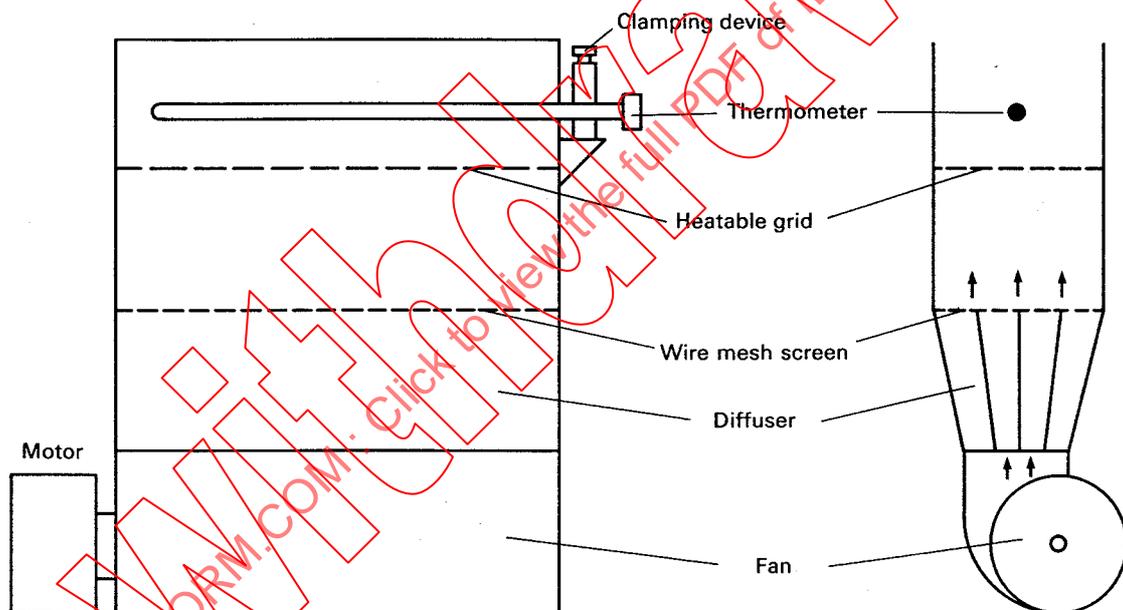


FIG. A1. — Test device for testing in air.

089/83

A2. Method of measuring response time in water or other liquids  
(see Sub-clause 4.3.3.3 and Figure A2, page 33)

A cylindrical vessel with a diameter of 300 mm or more and a height of 200 mm or more is filled with the test liquid. The liquid is forced into rotation either by rotating the vessel or by a rotating drum inserted into the centre of the vessel from above.

The test liquid is heated to a temperature approximately 10 °C above ambient. This heating can be effected by various means such as by heating elements placed on the