

DIN EN ISO 16000-9

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 5.

ICS 13.040.40

Ersatz für
DIN EN ISO 16000-9:2006-06

**Innenraumluchtverunreinigungen –
Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen
Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen –
Emissionsprüfkammer-Verfahren (ISO 16000-9:2006);
Deutsche Fassung EN ISO 16000-9:2006**

Indoor air –

Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing –

Emission test chamber method (ISO 16000-9:2006);

German version EN ISO 16000-9:2006

Air intérieur –

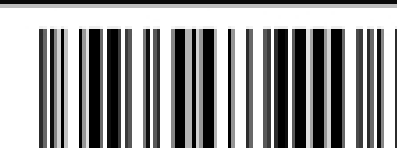
Partie 9: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement –

Méthode de la chambre d'essai d'émission (ISO 16000-9:2006);

Version allemande EN ISO 16000-9:2006

Gesamtumfang 26 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Internationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

Die EN ISO 16000-9 wurde von der Arbeitsgruppe 7 „Beschaffenheit der Innenraumluft – Emissionen chemischer Substanzen aus Baumaterialien“ des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe 3 „Messen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft“ im Unterkomitee SC 6 „Innenraumluft“ des Technischen Komitees ISO/TC 146 „Luftbeschaffenheit“ erarbeitet. An der Erstellung dieser Norm war der Fachbereich IV „Umweltmesstechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN — Normenausschuss maßgeblich beteiligt.

Die in der vorliegenden Norm beschriebenen Anforderungen an die Emissionsprüfkammern und deren Betrieb sind im Zusammenhang zu sehen mit

— DIN EN ISO 16000-11, in der die Vorbereitungen der Prüfstücke für den Emissionsprüfkammereinsatz beschrieben sind,

und

— DIN ISO 16000-6, in der das VOC-Messverfahren behandelt wird.

Alternativ zu der vorliegenden Norm können je nach Messaufgabe Emissionsprüfzellen, die in DIN EN ISO 16000-10 beschrieben sind, eingesetzt werden.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 16000-6 siehe DIN ISO 16000-6

ISO 16000-11 siehe DIN EN ISO 16000-11

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 13419-1:1999-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Inhalt wurde hinsichtlich der Anforderungen an die Prüfkammer redaktionell überarbeitet.

Gegenüber DIN EN ISO 16000-9:2006-06 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

a) Abschnitt 9.4, 1. Absatz: ... *des im Anhang D zitierten...* ersetzt durch *(siehe Literaturhinweise [5], [6], [7] und [9])* am Ende des Satzes.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 13419-1: 1999-10

DIN EN ISO 16000-9: 2006-06

Nationale Technische Regelsetzung zum Innenraumluftbereich

Messplanerische Aspekte von Innenraumluftmessungen für einzelne Stoffe bzw. Stoffgruppen sind in einzelnen Blättern der Richtlinie VDI 4300 (siehe auch Abschnitt „Nationaler Anhang NA“) behandelt. Zum Teil dienten sie als alleinige Basisdokumente für die Erstellung einzelner Teile der ISO 16000 (z. B. bei der ISO 16000-1, ISO 16000-2, ISO 16000-5, ISO 16000-7, ISO 16000-12 und ISO 16000-15). Die Messtechniken (Probenahme und Analysentechnik) zur Bestimmung der jeweiligen Stoffe bzw. Stoffgruppen in der Innenraumluft werden in den Blättern der Richtlinie VDI 4301 dargestellt. Messverfahren, die sowohl im Innenraumluft- als auch im Immissionsbereich eingesetzt werden können, sind in weiteren VDI-Richtlinien beschrieben.

Damit stehen diverse Teile/Blätter folgender Technischer Regeln für Messungen im Innenraum zur Verfügung:

- DIN ISO 16000 bzw. DIN EN ISO 16000: ISO- bzw. EN-ISO-Normen, die als nationale Normen übernommen und
- VDI 4300 und VDI 4301 Blatt 1: VDI-Richtlinien, die im nationalen Bereich erarbeitet wurden.

DIN ISO 16000 bzw. DIN EN ISO 16000 mit dem allgemeinen Titel *Innenraumluftverunreinigungen* besteht aus folgenden Teilen:

- DIN EN ISO 16000-1, *Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie*
- DIN EN ISO 16000-2, *Probenahmestrategie für Formaldehyd*
- DIN ISO 16000-3, *Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen — Probenahme mit einer Pumpe*
- DIN ISO 16000-4, *Bestimmung von Formaldehyd — Probenahme mit Passivsammlern*
- DIN EN ISO 16000-5, *Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)*
- DIN ISO 16000-6, *Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern — Probenahme auf Tenax TA[®], thermische Desorption und Gaschromatographie mittels MS/FID*
- DIN EN ISO 16000-7, *Probenahmestrategie für die Bestimmung luftgetragener Asbestfaserkonzentrationen*
- DIN ISO 16000-8: *Bestimmung des lokalen Alters der Luft in einem Gebäude zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen*
- DIN EN ISO 16000-9, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfkammer-Verfahren*
- DIN EN ISO 16000-10, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Emissionsprüfzellen-Verfahren*
- DIN EN ISO 16000-11, *Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen — Verfahren zur Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke*
- DIN EN ISO 16000-12, *Probenahmestrategie für polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)*
- DIN ISO 16000-13, *Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher polychlorierter Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien*
- DIN ISO 16000-14, *Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener dioxin-ähnlicher polychlorierter Biphenyle (PCB) und polychlorierter Dibenzo-p-dioxine/Dibenzofurane (PCDD/PCDF) — Extraktion, Reinigung und Analyse mit hochauflösender Gaschromatographie/Massenspektrometrie*
- DIN EN ISO 16000-15, *Probenahmestrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*
- DIN ISO 16000-16, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Filtration*
- DIN ISO 16000-17, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Kultivierungsverfahren*
- DIN ISO 16000-23, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von Formaldehyd durch sorbierende Baumaterialien*

Folgende Teile sind in Vorbereitung:

- DIN ISO 16000-18, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme durch Impaktion*
- DIN ISO 16000-19, *Probenahmestrategie für Schimmelpilze*
- DIN ISO 16000-24, *Leistungsprüfung zur Beurteilung der Konzentrationsminderung von flüchtigen organischen Verbindungen und Carbonylverbindungen (ausgenommen Formaldehyd) durch sorbierende Baumaterialien*
- DIN ISO 16000-25, *Bestimmung der Emission von schwer-flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten — Mikro-Prüfkammerv Verfahren*
- DIN ISO 16000-27, *Bestimmung von Asbestfasern in abgelagertem Staub*
- DIN ISO 16000-28, *Sensorische Prüfung von Baumaterialien und -produkten*

Folgende Teile sind geplant:

- DIN ISO 16000-20, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Bestimmung der Gesamtsporenanzahl*
- DIN ISO 16000-21, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Probenahme von Materialien*
- DIN ISO 16000-22, *Nachweis und Auszählung von Schimmelpilzen — Molekularbiologische Verfahren*

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 12884, *Außenluft — Bestimmung der Summe gasförmiger und partikelgebundener polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe — Probenahme auf Filtern mit nachgeschalteten Sorbenzien und anschließender gaschromatographischer/massenspektrometrischer Analyse*

DIN V EN V 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

DIN EN 14412, *Innenraumlufthqualität — Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen — Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung*

DIN EN ISO 16017-1, *Innenraumlufth, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe*

DIN EN ISO 16017-2, *Innenraumlufth, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 2: Probenahme mit Passivsammlern*

DIN ISO 16362, *Außenluft — Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

VDI 2464 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumlufth — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB); GC/MS-Verfahren für PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180*

VDI 2464 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB); HR-GC/HR-MS-Verfahren für coplanare PCB*

VDI 3484 Blatt 1, *Messen von gasförmigen Immissionen — Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Prüfgasen; Bestimmung der Formaldehydkonzentration nach dem Sulfit-Pararosanilin-Verfahren*

VDI 3484 Blatt 2, *Messen von gasförmigen Immissionen — Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Bestimmung der Formaldehydkonzentration nach der Acetylaceton-Methode*

VDI 3498 Blatt 1, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit großem Filter*

VDI 3498 Blatt 2, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit kleinem Filter*

VDI 4300 Blatt 1, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Allgemeine Aspekte der Messstrategie*

VDI 4300 Blatt 2, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und polychlorierte Biphenyle (PCB)*

VDI 4300 Blatt 4, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) in der Innenraumluf*

VDI 4300 Blatt 5, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Stickstoffdioxid (NO₂)*

VDI 4300 Blatt 6, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC)*

VDI 4300 Blatt 7, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen*

VDI 4300 Blatt 8, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Probenahme von Hausstaub*

VDI 4300 Blatt 9, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Kohlendioxid (CO₂)*

VDI 4300 Blatt 10, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Schimmelpilze*

VDI 4301 Blatt 1, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen der Stickstoffdioxidkonzentration — Manuelles photometrisches Verfahren (Saltzman)*

VDI 4301 Blatt 2, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) — GC/MS-Verfahren*

VDI 4301 Blatt 3, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Pentachlorphenol (PCP) und γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan) — GC/ECD-Verfahren*

VDI 4301 Blatt 4, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Pyrethroiden und Piperonylbutoxid in Luft, Hausstaub und Lösemittel-Wischproben*

VDI 4301 Blatt 5, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Flammenschutzmitteln und Weichmachern auf Basis phosphororganischer Verbindungen — Phosphorsäureester*

Folgende VDI-Richtlinien sind in Vorbereitung:

VDI 2464 Blatt 3, *Messen von Immissionen — Messen von Innenraumluf — Messen von polybromierten Flammenschutzmitteln*

VDI 4300 Blatt 11, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messstrategie für Feinstaub*

VDI 4301 Blatt 6, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen — Messen von Phthalaten*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Innenraumluchtverunreinigungen —
Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen
Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen —
Emissionsprüfkammer-Verfahren
(ISO 16000-9:2006)**

Indoor air —
Part 9: Determination of the emission of volatile organic
compounds from building products and furnishing —
Emission test chamber method
(ISO 16000-9:2006)

Air intérieur —
Partie 9: Dosage de l'émission de composés organiques
volatils de produits de construction et d'objets
d'équipement —
Méthode de la chambre d'essai d'émission
(ISO 16000-9:2006)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Januar 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Kurzbeschreibung	8
6 Emissionsprüfkammersystem.....	8
7 Ausstattung	10
8 Prüfbedingungen	10
9 Überprüfen der Prüfbedingungen	11
10 Prüfstücke	12
11 Vorbereiten der Emissionsprüfkammer	12
12 Prüfverfahren	12
13 Berechnung der flächenspezifischen Emissionsrate und Darstellung der Ergebnisse	13
14 Verfahrenskenngrößen	14
15 Prüfbericht.....	14
Anhang A (normativ) System zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle.....	16
Anhang B (informativ) Beispiele der flächenspezifischen Luftdurchflussrate in einem Modellraum.....	18
Anhang C (informativ) Allgemeine Beschreibung einer Emissionsprüfkammer.....	19
Literaturhinweise	20

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16000-9:2006) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 146 „Air quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 264 „Air quality“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2006 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 13419-1:1999.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), die aus Bauprodukten emittiert werden, mit Hilfe von Emissionsprüfkammern in Verbindung mit der standardisierten Probenahme, Lagerung von Proben und Vorbereitung von Prüfstücken, verfolgt folgende Ziele:

- Herstellern, Bauunternehmern und Endverbrauchern werden Emissionsdaten zur Verfügung gestellt, die zur Bewertung des Einflusses von Bauprodukten auf die Innenraumluftqualität geeignet sind;
- die Förderung der Entwicklung verbesserter Produkte.

Das Verfahren kann im Allgemeinen für die meisten Bauprodukte im Innenraum eingesetzt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 16000 legt ein allgemeingültiges Laboratoriumsprüfverfahren zur Bestimmung der flächenspezifischen Emissionsrate von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus neu hergestellten Bauprodukten oder Einrichtungsgegenständen unter definierten klimatischen Bedingungen fest. Grundsätzlich kann das Verfahren auch bei älteren Produkten angewendet werden. Die ermittelten Emissionsdaten können zur Konzentrationsberechnung in einem Modellraum genutzt werden.

Dieser Teil der ISO 16000 ist für verschiedene Emissionsprüfkammern anwendbar, die zur Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten oder Einrichtungsgegenständen eingesetzt werden.

Probenahme, Transport und Lagerung der zu prüfenden Materialien sowie die Vorbereitung der Prüfstücke werden in ISO 16000-11 beschrieben. Die Luftprobenahme und die analytischen Verfahren zur Bestimmung der VOC werden in ISO 16000-6 und ISO 16017-1^[11] beschrieben.

Eine allgemeine Beschreibung einer Emissionsprüfkammer wird im Anhang C dieses Teils der ISO 16000 gegeben.

Für die Bestimmung von Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen wird auf die EN 717-1:2004^[12] verwiesen. Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass auch ISO 16000-9 für die Bestimmung der Emissionsrate von Formaldehyd aus Holzwerkstoffen und anderen Bauprodukten anwendbar ist. Das Formaldehydmessverfahren wird in ISO 16000-3^[1] beschrieben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 554:1976, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications*

ISO 16000-6:2004, *Indoor air — Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on TENAX TA[®] sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID*

ISO 16000-11, *Indoor air — Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Luftaustauschrate

Verhältnis des Reinluftvolumens, das stündlich in die Emissionsprüfkammer eingebracht wird, zum freien Volumen der Emissionsprüfkammer, das in identischen Einheiten gemessen wird

3.2

Luftdurchflussrate

Luftvolumen, das der Emissionsprüfkammer je Zeitdauer zugeführt wird

3.3

Luftgeschwindigkeit

Luftgeschwindigkeit über der Oberfläche des Prüfstückes

3.4

flächenspezifische Luftdurchflussrate

Verhältnis zwischen der Durchflussrate der Zuluft und der Fläche des Prüfstückes

3.5

Bauprodukt

Produkt, das für den dauerhaften Einbau in Bauten produziert wurde

3.6

Emissionsprüfkammer

abgeschlossenes Behältnis mit geregelten Betriebsparametern zur Bestimmung der flüchtigen organischen Verbindungen, die von Bauprodukten emittiert werden

3.7

Emissionsprüfkammerkonzentration

Konzentration einer spezifischen flüchtigen organischen Verbindung VOC_x (oder einer Gruppe von flüchtigen organischen Verbindungen), die am Auslass der Emissionskammer bestimmt wird

3.8

Produktbeladungsfaktor

Verhältnis der exponierten Oberfläche des Prüfstückes zum freien Emissionsprüfkammervolumen

3.9

Wiederfindungsrate

prozentualer Anteil der gemessenen Masse einer zu bestimmenden flüchtigen organischen Verbindung in der Luft, die die Emissionsprüfkammer während einer bestimmten Zeitdauer verlässt, dividiert durch die Masse der zu bestimmenden flüchtigen organischen Verbindung, die der Emissionsprüfkammer während derselben Zeitdauer zugeführt wird

ANMERKUNG Die Wiederfindungsrate beinhaltet Informationen über die Leistungsfähigkeit des gesamten Verfahrens.

3.10

Probe

Teil oder Stück eines Bauproduktes, das für die Produktion repräsentativ ist

3.11

spezifische Emissionsrate

q_m
produktspezifische Rate, die die Masse der flüchtigen organischen Verbindung beschreibt, die von dem Produkt je Zeitdauer zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Beginn der Prüfung emittiert wird

ANMERKUNG 1 In diesem Teil der ISO 16000 wird die flächenspezifische Emissionsrate q_A verwendet. Verschiedene andere spezifische Emissionsraten können entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen definiert werden, z. B. längenspezifische Emissionsrate q_l , volumenspezifische Emissionsrate q_v und stückspezifische Emissionsrate q_u .

ANMERKUNG 2 Manchmal wird der Ausdruck „flächenspezifische Emissionsrate“ parallel mit dem Ausdruck „Emissionsfaktor“ verwendet.

3.12

zu bestimmende flüchtige organische Verbindung

produktspezifische flüchtige organische Verbindung

3.13

Prüfstück

Teil der Probe, der für die Emissionsprüfung in einer Emissionsprüfkammer besonders vorbereitet wurde, um das Emissionsverhalten des zu untersuchenden Materials oder Produktes zu simulieren

3.14

Summe der flüchtigen organischen Verbindungen

TVOC (en: Total Volatile Organic Compounds)

Summe der Konzentrationen der identifizierten und nicht identifizierten flüchtigen organischen Verbindungen, die zwischen n-Hexan und n-Hexadekan eluieren, einschließlich dieser Verbindungen.

ANMERKUNG 1 Zur Quantifizierung der identifizierten Verbindungen wird der jeweilige individuelle Responsefaktor verwendet. Die Flächen der nicht identifizierten Peaks werden auf Basis der Molekularmassen mit Hilfe des Responsefaktors für Toluol in Konzentrationen umgerechnet ^[2].

ANMERKUNG 2 Aus praktischen Gründen, die für Emissionsprüfkammern in Betracht zu ziehen sind, weicht diese Definition geringfügig von der, die in der ISO 16000-6:2004 zu Grunde gelegt ist, ab. In der ISO 16000-6 korrelieren die TVOC zwangsläufig mit dem Sammelmedium Tenax TA^{®1)}, auf dem die TVOC adsorbiert werden.

3.15

flüchtige organische Verbindung

VOC (en: Volatile Organic Compound)

organische Verbindung, die von dem Prüfstück emittiert und in der Luft des Emissionsprüfkammerauslasses nachgewiesen wird

ANMERKUNG 1 Aus praktischen Gründen, die für Emissionsprüfkammern in Betracht zu ziehen sind, weicht diese Definition geringfügig von der, die in der ISO 16000-6:2004 zu Grunde gelegt ist, ab. In der ISO 16000-6 basiert die Definition auf den Siedepunktbereichen (50 °C bis 100 °C) bis (240 °C bis 260 °C). Das in dieser Norm beschriebene Emissionsprüfverfahren ist für die Verbindungen am besten geeignet, die in dem Bereich liegen, der durch die Definition der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) festgelegt ist.

ANMERKUNG 2 Das in diesem Teil der ISO 16000 beschriebene Emissionsprüfverfahren ist für die Verbindungen optimiert, die in dem Bereich liegen, der durch die Definition der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) festgelegt ist.

4 Symbole und Abkürzungen

Die in diesem Teil der ISO 16000 verwendeten Symbole und Abkürzungen werden nachfolgend angegeben.

Symbol	Bedeutung	Einheit
ρ_x	Massenkonzentration einer VOC _x in der Emissionsprüfkammer	Mikrogramm je Kubikmeter
L	Produktbeladungsfaktor	Quadratmeter je Kubikmeter
n	Luftaustauschrate	Luftwechsel je Stunde
q	Flächenspezifische Luftdurchflussrate (= n/L)	Kubikmeter je Quadratmeter und Stunde
q_A	Flächenspezifische Emissionsrate	Mikrogramm je Quadratmeter und Stunde
q_l	Längenspezifische Emissionsrate	Mikrogramm je Meter und Stunde
q_m	Massenspezifische Emissionsrate	Mikrogramm je Gramm und Stunde
q_v	Volumenspezifische Emissionsrate	Mikrogramm je Kubikmeter und Stunde
q_u	Stückspezifische Emissionsrate	Mikrogramm je Stück und Stunde
t	Zeit nach Beginn der Prüfung	Stunden oder Tage

1) Tenax TA[®] ist die Herstellerbezeichnung des Produktes, geliefert von Supelco, Inc. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Teils der ISO 16000 und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produktes durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu identischen Ergebnissen führen.

5 Kurzbeschreibung

Das Prinzip der Prüfung besteht in der Bestimmung der flächenspezifischen Emissionsrate der VOC, die von Bauprodukten emittiert werden. Die Prüfung wird in einer Emissionsprüfkammer bei konstanter Temperatur, konstanter relativer Feuchte und konstanter flächenspezifischer Luftdurchflussrate durchgeführt. Die Luft in der Emissionsprüfkammer wird vollständig durchmischt (siehe 9.7). Die Messungen der VOC-Konzentrationen in der Auslassluft sind repräsentativ für die Luftkonzentrationen in der Emissionsprüfkammer.

Flächenspezifische Emissionsraten zu einer bestimmten Zeit t werden aus der Emissionsprüfkammerkonzentration und der flächenspezifischen Luftdurchflussrate q berechnet (siehe Abschnitt 13).

Bei Kenntnis der Konzentration in der Luft, der Luftdurchflussrate durch die Emissionsprüfkammer und der Oberfläche des Prüfstückes können die flächenspezifischen Emissionsraten der VOC aus dem untersuchten Produkt bestimmt werden.

6 Emissionsprüfkammersystem

6.1 Allgemeines

Eine Einrichtung, die konstruiert und betrieben wird, um flächenspezifische Emissionsraten der von Bauprodukten emittierten VOC zu bestimmen, muss folgende Bestandteile enthalten: Emissionsprüfkammer, Reinflufferzeugung und Befeuchtungssystem, Luftdurchmischungssystem, Überwachungs- und Regelsysteme, um sicherzustellen, dass die Prüfung unter festgelegten Bedingungen durchgeführt wird ^{[3], [4]}.

Allgemeine Bestimmungen und Anforderungen, die für alle Arten von Emissionsprüfkammern gelten, die in diesem Teil der Norm enthalten sind, sind in 6.2 bis 6.6 aufgeführt.

Die Qualitätssicherungen und Qualitätskontrollen müssen in Übereinstimmung mit Anhang A durchgeführt werden.

Eine allgemeine Beschreibung einer Emissionsprüfkammer wird in Anhang C gegeben.

6.2 Materialien der Emissionsprüfkammer

Die Emissionsprüfkammer und die Teile des Probenahmesystems, die in Kontakt mit den emittierten VOC kommen, bestehen normalerweise aus oberflächenbehandeltem (poliertem) Edelstahl oder Glas.

Für die Durchmischungsvorrichtungen, z. B. Ventilatoren, und für die Dichtungen dürfen andere Materialien verwendet werden. Diese Materialien müssen ein geringes Emissions- und Adsorptionsverhalten aufweisen und dürfen nicht zur Hintergrundkonzentration in der Emissionsprüfkammer beitragen.

6.3 Einrichtungen für Luftzufuhr und Durchmischung

Die Emissionsprüfkammer muss Einrichtungen aufweisen (z. B. einen elektronischen Massenflussregler), die die Luftaustauschrate mit einer Genauigkeit von $\pm 5 \%$ auf einen festgelegten Wert einregeln können.

Die Emissionsprüfkammer muss in der Weise konstruiert sein, dass eine gründliche Durchmischung der Emissionsprüfkammerluft sichergestellt ist. Die Anforderungen sind in 9.6 festgelegt.

ANMERKUNG Ventilatoren, Luftverteilung mit Mehrfachein- und -auslässen, perforierte Böden und Prallbleche werden eingesetzt, um eine ausreichende Durchmischung zu erzielen.

6.4 Luftdichtheit

Die Emissionsprüfkammer muss luftdicht sein, um einen unkontrollierten Luftaustausch mit der Außenluft zu vermeiden.

Die Emissionsprüfkammer muss bei einem geringen atmosphärischen Überdruck betrieben werden, um jeden Einfluss der Laboratoriumsatmosphäre auszuschließen,

Die Emissionsprüfkammer wird als ausreichend luftdicht angesehen, wenn mindestens eine der folgenden Anforderungen erfüllt ist:

- die Leakrate beträgt bei einem Überdruck von 1 000 Pa weniger als 0,5 % des Kammervolumens je Minute;
- die Leakrate beträgt weniger als 5 % der Durchflussrate der Zuluft.

6.5 Vorrichtungen zur Luftprobenahme

Für die Probenahme muss die Abluft (am Auslass der Emissionsprüfkammer) verwendet werden, obgleich separate Probenahmeanschlüsse unter der Voraussetzung genutzt werden können, dass die dort aufgefangene Luft der Abluft gleichwertig ist.

Die Probenahmeverrichtung sollte direkt in den Luftstrom des Auslasses führen. Wenn ein Verbindungsstück eingesetzt werden muss, muss dieses so kurz wie möglich sein und auf der gleichen Temperatur wie die Emissionsprüfkammer gehalten werden.

Die Summe der Luftdurchflussraten für die Probenahme sollte nur 80 % der Luftdurchflussrate betragen, die der Emissionsprüfkammer zugeführt wird, um einen Unterdruck zu vermeiden.

Um die Durchführung von doppelten Luftprobenahmen zu ermöglichen, kann eine Vorrichtung für Mehrfachprobenahmen verwendet werden. Zwischen der Emissionsprüfkammer und der Probenahmeverrichtung oder zwischen dem Lufteinlass und der Emissionsprüfkammer kann eine Durchmischungskammer eingefügt werden, um den Zusatz und die Durchmischung von internen Standardgasen mit dem Luftstrom der Emissionsprüfkammer zu ermöglichen.

Die Abluft der Emissionsprüfkammer sollte in einen Abzug geführt werden, um sicherzustellen, dass keine Chemikalien, die vom Prüfmaterial emittiert werden, in die Laboratoriumsumgebung gelangen.

6.6 Wiederfindungsrate und Effekte von Senken

Die Wiederfindungsrate einer zu bestimmenden VOC kann mit Hilfe einer VOC-Quelle mit bekannter spezifischer Emissionsrate in der Emissionsprüfkammer ermittelt werden. Die so erhaltenen Konzentrationen müssen die gleiche Größenordnung aufweisen wie diejenigen, die während der Emissionsprüfungen von Bauprodukten zu erwarten sind.

Die Bestimmung der Wiederfindungsraten müssen mit Toluol und n-Dodekan in der Prüfkammer durchgeführt werden. Die Konzentrationen in der Kammer müssen 72 h nach Beginn der Prüfung bestimmt werden (d. h. erste obligatorische Messung, siehe 12.3). Die mittlere Wiederfindungsrate muss für Toluol und n-Dodekan größer als 80 % sein. Die Ergebnisse von der Bestimmung der Wiederfindungsraten müssen angegeben werden als erwartete Konzentration gegenüber der gemessenen Konzentration.

ANMERKUNG 1 Geringe Wiederfindungsraten können in angefeuchteter Luft bei hygroskopischen VOC auftreten.

ANMERKUNG 2 Effekte von Senken, Lecks oder mangelhafter Kalibrierung können das Erreichen der Mindestanforderungen erschweren. Senken und Adsorptionscharakteristika hängen stark von der Art der emittierten Verbindung ab. Zusätzliche Bestimmungen von Wiederfindungsraten unter Einsatz zu bestimmender VOC mit unterschiedlichem Molekulargewicht und Polarität können das Verständnis dieser Einflüsse erhöhen.

7 Ausstattung

Für die Durchführung einer Emissionsprüfung ist folgende Ausstattung notwendig.

- 7.1 **Reinluftzufuhr**, z. B. gereinigte Druckluft oder synthetische Luft in Druckgasflaschen.
- 7.2 **Emissionsprüfkammersystem**.
- 7.3 **Befeuchtungssystem**.
- 7.4 **Überwachungssystem für Feuchte, Temperatur und Luftgeschwindigkeit**.
- 7.5 **Luftdurchflussregler**.
- 7.6 **Reinigungsmittel für die Emissionsprüfkammerwände oder Ausstattung für die thermische Desorption**.
- 7.7 **Ausstattung zur Messung der Luftdurchmischung**.
- 7.8 **Einrichtung zur Prüfung der Wiederfindungsrate**.

8 Prüfbedingungen

8.1 Temperatur und relative Feuchte

Produkte, die für den Gebrauch in Europa bestimmt sind, müssen in der Emissionsprüfkammer bei einer Temperatur von 23 °C und einer relativen Feuchte von 50 % geprüft werden (ISO 554). Die Toleranzen betragen ± 2 °C und ± 5 % relative Feuchte.

Bei Produkten, die unter anderen klimatischen Bedingungen verwendet werden als die, die in Europa herrschen, können eine andere Temperatur und relative Feuchte, vorzugsweise wie in ISO 554 festgelegt, zu Grunde gelegt werden.

Nach dem Öffnen der Emissionsprüfkammertür und dem Beschicken mit einem Prüfstück können anfängliche Schwankungen des Emissionsprüfkammerklimas beobachtet werden. Diese Schwankungen sollten aufgezeichnet werden.

8.2 Qualität der Zuluft und Hintergrundkonzentration

Die Zuluft darf keine VOC in höheren Konzentrationen enthalten als die Anforderungen an die Hintergrundkonzentrationen der Emissionsprüfkammer vorgeben.

Die Hintergrundkonzentrationen müssen ausreichend gering sein, damit die Emissionsbestimmungen innerhalb der Qualitätssicherungsgrenzen nicht beeinträchtigt werden.

Die TVOC-Hintergrundkonzentration muss geringer als $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein. Die Hintergrundkonzentration jeder einzelnen zu bestimmenden VOC muss geringer als $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein.

ANMERKUNG Für große Prüfkammern ($\geq 20 \text{ m}^3$) dürfen die entsprechenden Zahlen im Bereich von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

Das zur Befeuchtung verwendete Wasser darf keine störenden VOC enthalten.

8.3 Luftgeschwindigkeit

Die Luftgeschwindigkeit nahe der Oberfläche des Prüfstückes muss im Bereich von 0,1 m/s bis 0,3 m/s liegen.

ANMERKUNG 1 Eine mittlere Dauer von 1 min ist bei Luftgeschwindigkeitsmessungen angemessen.

ANMERKUNG 2 Die Luftgeschwindigkeit kann bei verdampfungskontrollierten Emissionen z. B. aus einigen flüssigen Produkten wichtig sein. Dies ist vom Trägermaterial abhängig.

8.4 Flächenspezifische Luftdurchflussrate und Luftaustauschrate

Die Emissionsprüfkammerkonzentration hängt von der flächenspezifischen Luftdurchflussrate ab, die als Parameter zur Festlegung der Emissionsprüfbedingungen gewählt wird.

BEISPIEL Beispiele für flächenspezifische Luftdurchflussraten sind im Anhang B aufgeführt.

9 Überprüfen der Prüfbedingungen

9.1 Allgemeines

Alle Kontrollmessungen müssen entsprechend den Qualitätssicherungs- und Qualitätskontrollschemas (Anhang A dieses Teils der ISO 16000) auf einen zertifizierten Standard zurückführbar sein.

9.2 Regelsystem für Temperatur und relative Feuchte

Die Temperaturregelung kann erfolgen, indem die Emissionsprüfkammer in einem Raum aufgestellt wird, der auf die geforderte Temperatur geregelt ist, oder indem die Temperatur innerhalb der Emissionsprüfkammer aufrechterhalten wird. Im letzteren Fall müssen die Wände der Emissionsprüfkammer wirksam isoliert sein, um Feuchtigkeitskondensation auf den Innenwänden der Emissionsprüfkammer zu vermeiden.

Die relative Feuchte kann mit Hilfe verschiedener Systeme geregelt werden, entweder durch externe Feuchteregelung der Reinluftzufuhr oder durch interne Feuchteregelung der Luft in der Emissionsprüfkammer. Im letzteren Fall müssen Vorkehrungen getroffen werden, um Kondensation oder Sprühwasser in der Emissionsprüfkammer zu vermeiden.

Temperatur und relative Feuchte müssen unabhängig vom Regelsystem für Temperatur und Feuchte gemessen werden.

9.3 Prüfbedingungen in der Emissionsprüfkammer

Temperatur, relative Feuchte und Luftdurchflussrate müssen mit Geräten überwacht und kontinuierlich aufgezeichnet werden, die folgende Genauigkeit aufweisen:

- Temperatur: $\pm 1,0$ °C
- relative Feuchte: ± 3 %
- Luftdurchflussrate: ± 3 %

Die Luftgeschwindigkeit muss zu Beginn und Ende der Emissionsprüfung mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ m/s gemessen werden.

9.4 Luftaustauschrate in der Emissionsprüfkammer

Die Luftaustauschrate muss regelmäßig mindestens alle 12 Monate entweder mit einem kalibrierten Gasvolumenmessgerät oder mit Hilfe eines Spurengasverfahrens überprüft werden (siehe Literaturhinweise [5], [6], [7] und [9]). Die Luftaustauschrate darf nicht mehr als ± 3 % vom Sollwert abweichen.

Falls die Überprüfung mit Hilfe eines nicht fest montierten Gasvolumenmessgerätes/Durchflussgerätes am Auslass der Emissionsprüfkammer durchgeführt wird, sollte beachtet werden, dass der vom Gerät erzeugte Gegendruck die Durchflussrate durch die Emissionsprüfkammer verringern kann.

9.5 Luftdichtheit der Emissionsprüfkammer

Die Luftdichtheit der Emissionsprüfkammer muss regelmäßig durch Messung des Druckabfalls oder durch Vergleich von gleichzeitig am Ein- und Auslass gemessenen Durchflussraten oder durch Bestimmung der Spurengasverdünnung überprüft werden (siehe 6.4).

9.6 Luftgeschwindigkeit in der Emissionsprüfkammer

Die Luftgeschwindigkeit in der Emissionsprüfkammer muss mindestens an einer Stelle gemessen werden, die sich oberhalb des Mittelpunktes des Prüfstückes in einem Abstand von 10 mm von der Oberfläche des exponierten Prüfstückes befindet. Falls die Größe und die Gestalt des Prüfstückes den Luftstrom behindert, müssen weitere Messpunkte ausgewählt werden.

ANMERKUNG Zur Messung der Luftgeschwindigkeit sind Hitzdraht- oder Folienanemometer geeignet, die im Bereich 0,1 m/s bis 0,5 m/s kalibriert sind.

9.7 Grad der Luftdurchmischung innerhalb der Emissionsprüfkammer

Der Grad der Luftdurchmischung muss mit Hilfe von Prüfstücken oder dem inerten Träger des Prüfstückes, die sich in der Prüfkammer befinden, an Hand von Prüfungen bestimmt werden.

Ein Verfahren zur Bestimmung der ausreichenden Durchmischung der Prüfkammerluft besteht darin, ein Spurengas bei konstanter Konzentration und konstantem Durchfluss mit der Einlassluft zu mischen und die Konzentration am Kammerauslass während eines Zeitintervalls zu messen. Daraufhin wird die Auftragung der Konzentration in der Emissionsprüfkammer gegen die Zeit mit der theoretischen Kurve für eine vollständig durchmischte Emissionsprüfkammer verglichen. Eine Vorgehensweise besteht darin, die theoretische Kurve durch das Verfahren der kleinsten Fehlerquadrate an die gemessenen Werte anzupassen, indem das Kammervolumen als Variable dient. Dann kann das reale Kammervolumen mit dem „scheinbaren“ Kammervolumen aus der Kurvenanpassung verglichen werden ^[5]. Die interne Kammerluft sollte gründlich durchmischt sein; die Werte sollten maximal 10 % oder weniger von denen des theoretischen, vollständig durchmischten Modells abweichen.

10 Prüfstücke

Untersuchungen zur Emission von VOC aus Bauprodukten mit Hilfe von Emissionsprüfkammern setzen eine sorgfältige Behandlung des Produktes im Vorfeld der Prüfung voraus.

Die Vorbereitung der Prüfstücke ist entsprechend den im Anhang A (für feste Produkte) und den im Anhang B (für flüssige Produkte) der ISO 16000-11:2006 vorgegebenen Verfahren durchzuführen.

11 Vorbereiten der Emissionsprüfkammer

Die Emissionsprüfkammer muss gereinigt werden, um die Anforderungen in 8.2 zu erfüllen; die Reinigung kann so erfolgen, dass die Innenflächen der Emissionsprüfkammer mit einem alkalischen Reinigungsmittel gewaschen und anschließend zweimal mit frisch destilliertem Wasser gespült werden. Danach wird die Emissionsprüfkammer getrocknet und unter Prüfbedingungen gespült. Die Emissionsprüfkammer kann auch mit Hilfe der thermischen Desorption gereinigt werden ^[6].

12 Prüfverfahren

12.1 Hintergrundkonzentration

Vor Beginn einer neuen Emissionsprüfung wird eine Luftprobe aus der Emissionsprüfkammer genommen, um jeglichen Beitrag von flüchtigen organischen Verbindungen zur Hintergrundbelastung der leeren Emissionsprüfkammer zu quantifizieren.

Die Hintergrundkonzentrationen müssen den in 8.2 genannten Anforderungen entsprechen.

12.2 Aufstellen des Prüfstückes in der Emissionsprüfkammer

Das Prüfstück muss in der Mitte der Emissionsprüfkammer positioniert werden, damit eine gleichmäßige Verteilung des Luftdurchflusses über der emittierenden Oberfläche sichergestellt ist.

12.3 Zeitpunkt der Messung der Prüfkammerluftkonzentration

Die Konzentrationsmessungen müssen zu vorher festgelegten Probenahmezeiten durchgeführt werden. In Abhängigkeit von der Zielsetzung der Prüfung können zusätzliche Luftprobenahmen zu anderen Zeiten zweckdienlich sein. Die Dauer der Luftprobenahme für Konzentrationsmessungen ist abhängig von dem einzusetzenden Analysenverfahren. Das Analysenverfahren muss dokumentiert werden.

Luftdoppelproben müssen (72 ± 2) h sowie (28 ± 2) Tage nach Beginn der Prüfung gezogen werden.

Nach Beendigung der Emissionsprüfung muss die Emissionsprüfkammer nach Abschnitt 11 gereinigt werden.

Die Dauer einer Emissionsprüfung wird vom Zweck der Prüfung bestimmt. In den Zeiten, in denen das Prüfstück nicht in der Prüfkammer ist, muss es bei einer mittleren Temperatur von 23 °C und einer relativen Feuchte von 50 % gelagert werden. Während dieser Lagerung muss der Alterungsprozess des Prüfstückes ähnlich zu dem in der Emissionsprüfkammer sein. Jegliche Kontamination durch andere Prüfstücke muss vermieden werden. Das Prüfstück muss dann mindestens 72 h vor Beginn der Luftprobenahme wieder in die Emissionsprüfkammer eingebracht werden. Jegliche Entnahme eines Prüfstückes muss im Prüfbericht dokumentiert werden.

ANMERKUNG 1 Wenn Abklinguntersuchungen gefordert sind, können Luftproben 1, 3, 7, 14, 28 und 56 Tag(e) oder auch später nach Beginn der Prüfung entnommen werden.

Hintergrundkonzentrationen an VOC sollten ausreichend kontrolliert werden, um Kontaminationen der Prüfstücke zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Um die Kontamination von Prüfstücken zu minimieren, können gut gelüftete Regale oder Lagerboxen benutzt werden.

13 Berechnung der flächenspezifischen Emissionsrate und Darstellung der Ergebnisse

Unter gegebenen Prüfbedingungen hängt ρ_x von der flächenspezifischen Emissionsrate des Prüfstücks und der Luftdurchflussrate durch die Emissionsprüfkammer ab. Bei einzelnen VOC müssen die im Material und im Hintergrund gefundenen Verbindungen einzeln Verbindung für Verbindung subtrahiert werden. Für TVOC muss die gemessene Hintergrundkonzentration subtrahiert werden. Die Beziehung zwischen ρ_x , der flächenspezifischen Emissionsrate (q_A) und der flächenspezifischen Luftdurchflussrate (q) der Emissionsprüfkammer kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$\rho_x = q_A \cdot (L / n) = q_A / q \quad \text{zur Zeit } t \quad (1)$$

Gleichung (1) zeigt, dass die flächenspezifische Luftdurchflussrate, q , dem Verhältnis n/L entspricht. Bei einem gegebenen Produkt, das unter vorgegebenen Emissionsprüfkammerbedingungen geprüft wird, hängt die VOC_x-Konzentration von der flächenspezifischen Luftdurchflussrate ab.

Die gemessene Konzentration ρ_x einer VOC in der Auslassluft der Emissionsprüfkammer muss in eine flächenspezifische Emissionsrate q_A umgerechnet werden. ρ_x ist, wie in 12.3 beschrieben, die mittlere Konzentration an VOC_x, die aus Doppelproben berechnet wird.

$$q_A = \rho_x \cdot q \quad \text{zur Zeit } t \quad (2)$$

Das Ergebnis muss auf den Zeitpunkt der Emissionsmessung nach dem Einbringen des Prüfstückes in die Emissionsprüfkammer bezogen werden und darf als flächenspezifische Emissionsrate der einzelnen VOC und/oder TVOC entsprechend der Zielsetzung der Prüfung quantitativ angegeben werden.

Die Summe der emittierten Verbindungen, TVOC, sollte nur als spezifische Kenngröße für das untersuchte Produkt angesehen werden und sollte nur für den Vergleich von Produkten mit ähnlichen Profilen an zu bestimmenden VOC herangezogen werden.

ANMERKUNG Für bestimmte Zwecke können flächenspezifische Emissionsraten aus Zeit-Konzentrations-Profilen oder mittels verschiedener mathematischer Modelle berechnet werden z. B. Abklingfunktion erster Ordnung aus Konzentrations-Zeit-Daten. Dieses und andere Modelle sind in Literaturhinweisen [7] und [8] aufgeführt.

14 Verfahrenskenngrößen

Die Verfahrenskenngrößen des hier beschriebenen Verfahrens in Verbindung mit dem in ISO 16000-6 beschriebenen analytischen Messverfahren sind in ISO 16000-6 und ISO 16017-1 aufgeführt.

15 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Informationen enthalten:

a) Prüflaboratorium:

- 1) Name und Adresse des Laboratoriums;
- 2) Name der verantwortlichen Person;
- 3) Beschreibung der Ausstattung und des eingesetzten Verfahrens (Prüfkammer, Reinluftsystem, Regelung der Klimaparameter, Probenahme, Analysengeräte, Herstellung und Kalibrierung der Standards).

b) Beschreibung der Probe:

- 1) Art des Produktes (und Markenbezeichnung, falls notwendig);
- 2) Probenauswahl (z. B. nach dem Zufallsprinzip);
- 3) Vorgeschichte des Produktes (Datum der Produktion, Ankunftsdatum im Prüflaboratorium)

c) Vorbereitung des Prüfstückes

- 1) Datum und Zeitpunkt des Auspackens und der Vorbereitung des Prüfstückes (Stunde, Tag, Monat und Jahr);
- 2) Art der Vorbereitung einschließlich Dicke und Substrat einschließlich bei flüssigen Produkten das Trägermaterial, die Menge je Flächeneinheit und/oder die Schichtdicke;

d) Versuchsbedingungen und Verfahren:

- 1) Kammerbedingungen (Temperatur, relative Feuchte, Luftaustauschrate, Luftgeschwindigkeit);
- 2) Oberfläche des Prüfstückes und Beladungsverhältnis;
- 3) Probenahme der emittierten VOC (eingesetztes Adsorbens, Probenahmenvolumen, Probenahmedauer und Zeitpunkt nach dem Einbringen in die Emissionsprüfkammer).

e) Datenanalyse:

Beschreibung des eingesetzten Verfahrens zur Ableitung der spezifischen Emissionsraten aus den gemessenen Kammerkonzentrationen (mathematische Modelle und eingesetzte Gleichungen sind aufzuführen).

f) Ergebnisse:

für jedes Prüfstück müssen die spezifischen Emissionsraten der einzelnen VOC und/oder TVOC zu den Zeitpunkten der Luftprobenahme aufgeführt werden;

g) Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle

- 1) Hintergrundkonzentration der zu bestimmenden Verbindungen in der Emissionsprüfkammer;
- 2) Daten zu den Wiederfindungsraten von Toluol und n-Dodekan (zur Bewertung von Senken);
- 3) Ergebnisse der Doppelprobenahme/Analyse;
- 4) Qualität der Klimaparameter (Temperatur, relative Feuchte, Luftaustauschrate, Luftgeschwindigkeit).

Anhang A (normativ)

System zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle

A.1 Allgemeines

Untersuchungen von organischen Emissionen aus Innenraummaterialien/-produkten in kleinen Kammern müssen im Rahmen eines Qualitätssicherungssystems (QAPP (Quality Assurance Projekt Plan)) durchgeführt werden. Das QAPP muss eine Projektbeschreibung, Datenqualitätsziele/Akzeptanzkriterien, QS/QC-Verfahren/Aktivitäten und QS/QC-Audits enthalten.

A.2 Projektbeschreibung

Eine kurze Projektbeschreibung muss Angaben über das zu prüfende Material beinhalten, wie die Prüfung durchzuführen ist und wer für die verschiedenen Projektaktivitäten verantwortlich ist. Die Versuchsbeschreibung sollte die notwendigen Informationen für diesen Teil des QAPP enthalten.

A.3 Datenqualitätsziele/Akzeptanzkriterien

Dieser Abschnitt des QAPP legt die Genauigkeit, die Richtigkeit und die Vollständigkeit fest, die für jeden zu messenden Parameter gewünscht werden.

A.4 QS/QC-Verfahren/Aktivitäten ^[9]

Die QS/QC-Aktivitäten, die im QAPP aufgeführt werden können, beinhalten die Einrichtung eines Aufzeichnungs-/Registriersystems, um die ordnungsgemäße Funktionsweise von Ausstattung und Datenaufzeichnung sicherzustellen, wie:

- a) Probenprotokoll zur Aufzeichnung von Eingang, Lagerung und Disposition des Materials;
- b) Protokoll über die Vorbereitung der GC-Standards zur Dokumentation der Vorbereitung aller Substanzen, die organische Verbindungen enthalten;
- c) Protokoll über die Permeationsrohre zur Aufzeichnung von Gewichtsverlusten für alle Permeationsrohre;
- d) Kalibrierprotokoll, das die Kalibrierdaten der Klimakontrollsysteme enthält;
- e) Protokoll über die Gerätewartung zur Dokumentation der Wartung und Reparaturen der gesamten Ausstattung;
- f) Protokoll über die Materialprüfung, in dem für jede Prüfung alle sachdienlichen Informationen aufgezeichnet werden, einschließlich Probendetails, Probenkennzahl, Kennzahl des GC-Analysenlaufs;
- g) Protokoll über Reinigung/Desorption der Sorptionsröhrchen (Kartusche) zur genauen Aufzeichnung der thermischen Reinigung und der QC-Validierung der Sorptionsröhrchen;
- h) separate elektronische Sicherung des Protokolls zur Dokumentation von Ort und Inhalt der elektronisch gespeicherten Daten;
- i) Handbücher über die Funktionsweise oder alle in dem Projekt eingesetzten Geräte.

QC-Aktivitäten sind von den Projektmitarbeitern in routinemäßiger, gleich bleibender Weise durchzuführen, um die notwendigen Rückmeldungen über die Funktionsweise aller Messsysteme zu erhalten. Diese Aktivitäten können beinhalten:

- routinemäßige Wartung und Kalibrierung der Systeme;
- tägliche Aufzeichnung der GC-Kalibriergenauigkeit und -präzision (auf einer Kontroll-/Regelkarte);
- regelmäßige Überwachung der prozentualen Wiederfindungsrate des internen Standards, der zu allen Proben zugegeben wird;
- Probenahme und Analyse von Doppelproben;
- QC-Prüfung der Sorptionsröhrchen für die Probenahme organischer Verbindungen;
- regelmäßige Analyse eines Referenzgases, das aus einer unabhängigen Quelle zugeführt wird.

A.5 QS/QC-Audits

Schließlich muss das QS/QC-Programm regelmäßige Audits beinhalten, die durch das QS-Personal durchzuführen sind, um die Übereinstimmung mit dem QAPP-Protokoll zu beurteilen.

Anhang B (informativ)

Beispiele der flächenspezifischen Luftdurchflussrate in einem Modellraum

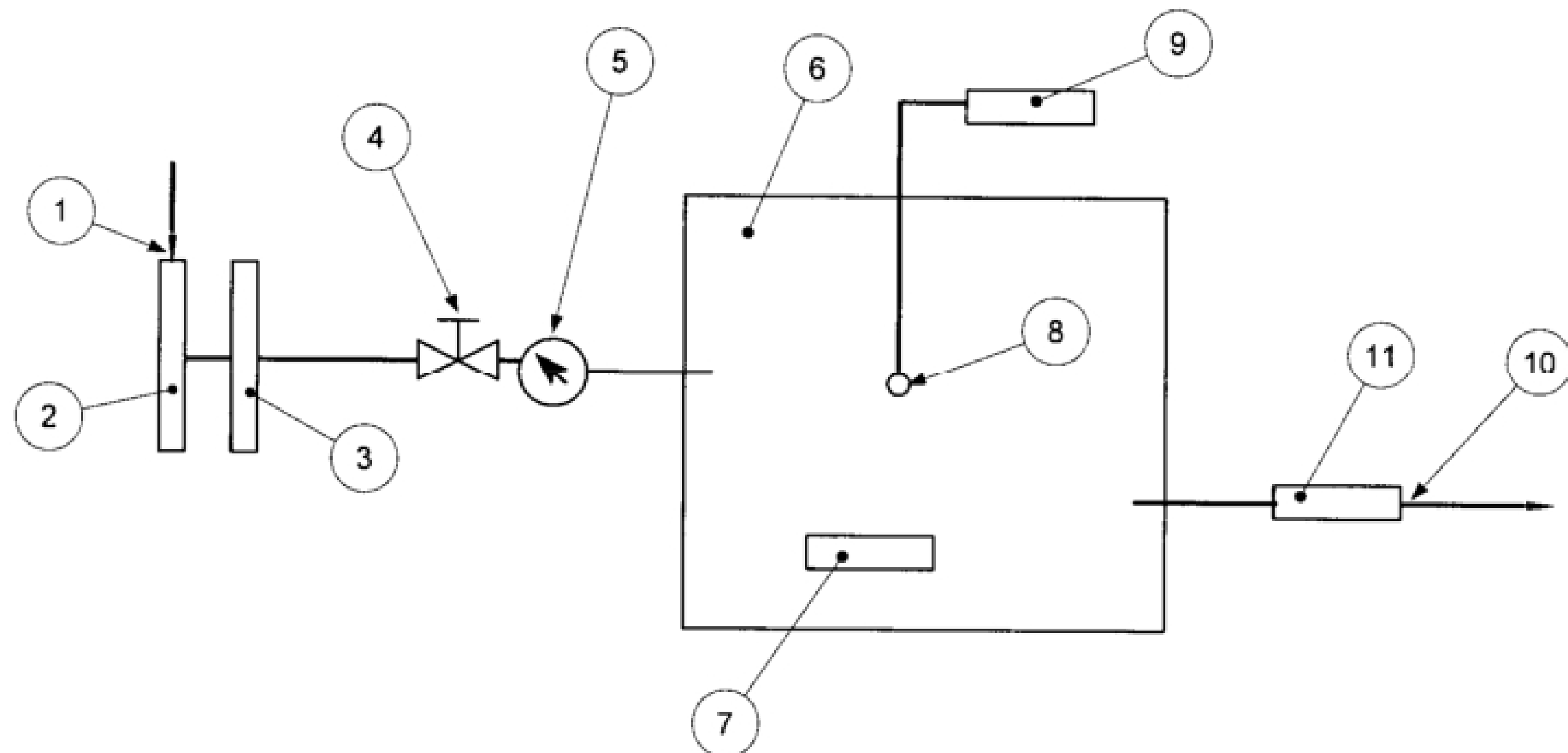
**Tabelle B.1 — Beispiele der flächenspezifischen Luftdurchflussrate
(in einem Modellraum)**

Modellraum ^a	Flächenspezifische Luftdurchflussrate $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ oder n/L
17,4 m ³ , $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$:	
Bodenfläche = 7 m ²	1,2
Wandfläche = 24 m ²	0,4
Fläche der Dichtungen = 0,2 m ²	44
^a siehe [10]	

ANMERKUNG Die berechnete Konzentration kann von der tatsächlichen abweichen. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass die Emissionsrate aus der Mittelwertbildung von einer Stunde resultiert; diese kann sich aber einen Tag später mehrmals geändert haben.

Anhang C (informativ)

Allgemeine Beschreibung einer Emissionsprüfkammer



Legende

- 1 Lufteinlass
- 2 Luftfilter
- 3 Systemeinheit zur Konditionierung der Luft
- 4 Luftdurchflussregler
- 5 Luftdurchflussmessgerät
- 6 Prüfkammer
- 7 Vorrichtung zur Luftzirkulation und zur Regelung der Luftgeschwindigkeit
- 8 Sensoren für Temperatur, Feuchte und Luftgeschwindigkeit
- 9 Überwachungssystem für Temperatur und Feuchte
- 10 Abluftauslass
- 11 Verteilerleiste für die Luftbeprobung

Bild C.1 — Allgemeine Beschreibung einer Emissionsprüfkammer

Literaturhinweise

- [1] ISO 16000-3:2001, *Innenraumluftverunreinigungen — Teil 3: Bestimmung von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen — Probenahme mit einer Pumpe*
- [2] ECA (European Collaborative Action „Indoor Air Quality and its Impact on Man“). *Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations*. Report No. 19, EUR 17675 EN. Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 1997
- [3] ECA (European Collaborative Action „Indoor Air Quality and its Impact on Man“). *Guideline for the characterization of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products using small emission test chambers*. Report No. 8, EUR 13593 EN. Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 1991
- [4] ECA (European Collaborative Action „Indoor Air Quality and its Impact on Man“). *Evaluation of VOC Emissions from Building Products — Solid Flooring Materials*. Report No. 18, EUR 17334 EN. Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 1997
- [5] Tichenor, B. A. *Indoor air sources; using small environmental emission test chambers to characterize organic emissions from indoor materials and products*, EPA-600 8-89-074, Air and Energy Engineering Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, 1989. Section 2A
- [6] Tichenor, B. A. *Indoor air sources; using small environmental emission test chambers to characterize organic emissions from indoor materials and products*, EPA-600 8-89-074, Air and Energy Engineering Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, 1989. Section 5C
- [7] Tichenor, B. A. *Indoor air sources; using small environmental emission test chambers to characterize organic emissions from indoor materials and products*, EPA-600 8-89-074, Air and Energy Engineering Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, 1989. Section 6C
- [8] ECA (European Collaborative Action „Indoor Air Quality and its Impact on Man“). *Formaldehyde emissions from wood based panels: guideline for the establishment of steady state concentrations in emission test chambers*. Report No. 2, EUR 12196 EN. Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 1989
- [9] Tichenor, B. A. *Indoor air sources; using small environmental emission test chambers to characterize organic emissions from indoor materials and products*, EPA-600 8-89-074, Air and Energy Engineering Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, 1989. Section 7
- [10] Danish Standard/INF 90 „*Directions for the determination and evaluation of the emission from building products*“ (*Anvisning for bestemmelse og vurdering af afgasning fra byggevarer*), Dansk Standard, København, 1994
- [11] ISO 16017-1:2000, *Innenraumluft, Außenluft und Luft am Arbeitsplatz — Probenahme und Analyse flüchtiger organischer Verbindungen durch Sorptionsröhrchen/thermische Desorption/Kapillar-Gaschromatographie — Teil 1: Probenahme mit einer Pumpe*
- [12] EN 717-1:2004, *Holzwerkstoffe — Bestimmung der Formaldehydabgabe — Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode*



IEC 60751

Edition 3.0 2022-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors

Thermomètres à résistance de platine et capteurs thermométriques de platine industriels

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Characteristics	8
4.1 General	8
4.2 Nominal resistance versus temperature relationship	9
4.3 Numerical table of resistance values	9
5 Compliance and requirements	9
5.1 Compliance	9
5.2 Tolerance classes	10
5.2.1 Tolerance class and its temperature range of validity	10
5.2.2 Tolerance class of platinum resistors	10
5.2.3 Tolerance classes and marking of thermometers	10
5.3 Measuring current	12
5.4 Electrical supply	12
5.5 Connecting wire configuration	12
6 Tests	13
6.1 General	13
6.1.1 Test categories	13
6.1.2 Routine production tests	13
6.1.3 Type tests	13
6.1.4 Additional type tests for thermometers	14
6.1.5 Summary of the tests	14
6.2 Routine production tests for platinum resistors	14
6.2.1 Tolerance acceptance test	14
6.3 Routine production tests for thermometers	15
6.3.1 Tolerance acceptance test	15
6.3.2 Insulation resistance at ambient temperature	16
6.3.3 Sheath integrity test	16
6.3.4 Dimensional test	16
6.4 Type tests for platinum resistors	16
6.4.1 Tolerances	16
6.4.2 Stability at upper temperature limit	17
6.4.3 Self-heating	17
6.5 Type tests for thermometers	17
6.5.1 Tolerances	17
6.5.2 Stability at upper temperature limit	17
6.5.3 Self-heating	17
6.5.4 Insulation resistance at elevated temperature	17
6.5.5 Thermal response time	18
6.5.6 Thermoelectric effect	18
6.5.7 Effect of temperature cycling	18
6.5.8 Effect of hysteresis	18
6.5.9 Minimum immersion depth	18

6.6	Additional type tests for thermometers	19
6.6.1	General	19
6.6.2	Capacitance	19
6.6.3	Inductance.....	19
6.6.4	Dielectric strength.....	19
6.6.5	Vibration test	19
6.6.6	Drop test	19
6.6.7	Cold seal	19
7	Information to be made available by the supplier	19
7.1	General.....	19
7.2	Applicable to resistors.....	20
7.3	Applicable to thermometers.....	20
Annex A (informative) Numerical table		21
Bibliography.....		25
Figure 1 – Example of connecting configurations		13
Figure 2 – Examples of test results for selecting or rejecting platinum resistors		15
Table 1 – Tolerance class of platinum resistors.....		10
Table 2 – Tolerance class of thermometers.....		11
Table 3 – Table of tests specified in this document		14
Table 4 – Minimum insulation resistance of thermometers at the maximum temperature		17
Table A.1 – Temperature versus resistance relationship below 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$		21
Table A.2 – Temperature versus resistance relationship above 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$		22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL PLATINUM RESISTANCE THERMOMETERS AND PLATINUM TEMPERATURE SENSORS

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

IEC 60751 has been prepared by subcommittee 65B: Measurement and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) formula of resistance versus temperature relationship become the standard specification and the numerical table ceases to be the standard,
- b) new clause "Compliance and requirement" is introduced,
- c) tolerance acceptance test is modified,
- d) an expanded marking system is introduced to accommodate special valid temperature range,
- e) vibration test method is revised,
- f) cold seal is introduced as an additional type test,

g) numerical table of resistance versus temperature is included in Annex A as information.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
65B/1210/FDIS	65B/1214/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

INDUSTRIAL PLATINUM RESISTANCE THERMOMETERS AND PLATINUM TEMPERATURE SENSORS

1 Scope

This International Standard specifies the requirements, in addition to the resistance versus temperature relationship, for both industrial platinum resistance thermometers (later referred to as "thermometers") and industrial platinum resistance temperature sensors (later referred to as "platinum resistors") whose electrical resistance is derived from defined functions of temperature.

Values of temperature in this document are in terms of the International Temperature Scale of 1990, ITS-90. A temperature in the unit °C of this scale is denoted by the symbol t , except in Table A.1 where the full nomenclature t_{90} /°C is used.

This document applies to platinum resistors whose temperature coefficient α , defined as

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

is conventionally written as $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, where R_{100} is the resistance at $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ and R_0 is the resistance at $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

This document covers platinum resistors and thermometers for the temperature range $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+850 \text{ }^\circ\text{C}$ with different tolerance classes. It can also cover particular platinum resistors or thermometers for a part of this temperature range.

For resistance versus temperature relationships with uncertainties less than $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$, which are possible only for platinum resistors or thermometers with exceptionally high stability and individual calibration, a more complex interpolation equation than is presented in this document can be necessary. The specification of such equations is outside the scope of this document.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 61152, *Dimensions of metal-sheathed thermometer elements*

IEC 61515:2016, *Mineral insulated metal-sheathed thermocouple cables and thermocouples*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

platinum resistor

resistor made from a platinum wire or film with defined electrical characteristics, embedded in an insulator (in most cases glass or ceramic), designed to be assembled into a platinum resistance thermometer or into an integrated circuit

3.2

platinum resistance thermometer

PRT

temperature-responsive device consisting of one or more sensing platinum resistors within a protective sheath, internal connecting wires, and external terminals to permit connection of electrical measurement instruments

Note 1 to entry: Mounting means and connection heads can be included. Not included is any separable protection tube or thermowell.

3.3

nominal resistance

expected resistance R_0 of a platinum resistor or thermometer at 0 °C, declared by the supplier and shown in the thermometer marking, usually rounded to the nearest ohm

Note 1 to entry: Platinum resistors are often characterized by their nominal resistance. For example, a platinum resistor with $R_0 = 100 \, \Omega$ is often referred to as a Pt100

3.4

terminals

termination of the connections supplied with the platinum resistance thermometer

Note 1 to entry: Typical types of terminals are:

- screws or clamps on the terminal socket,
- pins of fixed connectors,
- open ends of fixed cables or equivalents.

3.5

temperature-sensitive length

length of the thermometer whose temperature directly influences the resistance measured

Note 1 to entry: Usually, the temperature-sensitive length is related to the length of the platinum resistor.

3.6

minimum immersion depth

immersion depth at which the change from the calibration at full immersion does not exceed 0,1 °C

3.7

tolerance

maximum allowable deviation of $R(t)$ measured at temperature t from the nominal resistance versus temperature relationship expressed as $\Delta t(t)$ in °C

3.8**dielectric strength**

maximum voltage between all parts of the electric circuit and the sheath of the thermometer or, in the case of a thermometer with two or more sensing circuits, between two individual circuits that the thermometer can withstand without damage

3.9**insulation resistance**

electrical resistance measured between any part of the electric circuit and the sheath at ambient or elevated temperatures and with a specified measuring voltage (AC or DC)

3.10**self-heating**

increase of the temperature of the platinum resistor or of the platinum resistor in a thermometer caused by the dissipated energy of the measuring current

3.11**self-heating coefficient**

temperature rise due to dissipated energy by measuring current in a resistor expressed with the unit °C/mW

3.12**thermal response time**

time a thermometer takes to reach a specified percentage of a step change in temperature

3.13**thermoelectric effect**

effect of inducing electro-motive force (abbreviated by e.m.f hereafter) caused by different metals used in the electric circuit of the thermometer and by thermoelectric inhomogeneity of the internal leads at the conditions of temperature gradients along the leads

3.14**hysteresis**

resistance difference at the middle of the temperature range between before and after exposing the thermometer to the lower and upper limit of the temperature range

3.15**expanded uncertainty**

quantity defining an interval about the result of a measurement that can be expected to encompass a large fraction of the distribution of values that could reasonably be attributed to the measurand

Note 1 to entry: For reference, see 3.16.

3.16**coverage factor**

numerical factor used as a multiplier of the combined standard uncertainty in order to obtain an expanded uncertainty

Note 1 to entry: Coverage factor, k , is typically in the range 2 to 3. In this document, $k = 2$ is chosen, the confidence level of which is 95 %. Refer to Bibliography [1].

4 Characteristics

4.1 General

The nominal resistance versus temperature relationship for platinum resistors and thermometers and their tolerance class are standardized. This specification is applied to a sensing platinum resistor at its connecting points and to a complete thermometer at its terminals.

In the case of two-wire connections (see 5.5), the resistance values of the leads between the connecting point of the platinum resistor and the terminals shall be considered. They shall be subtracted from measured resistances. In some cases, it is also advisable to consider the temperature coefficient of the lead wires, the geometrical characteristics of the wires, and the temperature distribution along their length. This information may be supplied to users as additional information (refer to Clause 7).

4.2 Nominal resistance versus temperature relationship

The resistance versus temperature relationships used in this document are as follows:

For the range -200 °C to 0 °C :

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

For the range of 0 °C to 850 °C :

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

where

R_t is the resistance at the temperature t ,

R_0 is the resistance at $t = 0\text{ °C}$.

The constants in these equations are,

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

$$B = -5,775 \times 10^{-7}\text{ °C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \times 10^{-12}\text{ °C}^{-4}.$$

4.3 Numerical table of resistance values

Table A.1 and Table A.2 are derived from the equations and coefficients specified in 4.2 for a thermometer or platinum resistor of nominal resistance R_0 of $100\text{ }\Omega$.

Table A.1 and Table A.2 are applicable to any thermometer and platinum resistor having any value of R_0 .

In this case, the resistance values in Table A.1 and Table A.2 shall be multiplied by the factor $R_0 / 100\text{ }\Omega$.

NOTE 1 In this edition, the numerical tables given in Annex A cease to be normative; they are now informative. The specification of this document is the formula described in 4.2 with which user can calculate numerical value of R_t .

NOTE 2 The most frequently used device has R_0 of $100\text{ }\Omega$. Devices with R_0 of $10\text{ }\Omega$, $500\text{ }\Omega$ or $1000\text{ }\Omega$ are used frequently as well.

5 Compliance and requirements

5.1 Compliance

In order for a thermometer to be compliant with this document, it shall be made from a platinum resistor which is compliant with this document.

Platinum resistors and thermometers shall be tested to prove that the device meets all the applicable requirements specified in this document. Suppliers shall be responsible for conducting the tests and for proving that the device conforms to this document before transferring the device to the user. The test method and evaluation are specified in this document.

5.2 Tolerance classes

5.2.1 Tolerance class and its temperature range of validity

Tolerance classes are given in Table 1 for a platinum resistor and in Table 2 for a thermometer for any value of R_0 .

These tolerance classes are closely related to the operable temperature range. Therefore, the temperature ranges of validity of a tolerance class are shown in the adjacent column in the table. Temperature ranges of validity are based on the working experience with film and wire platinum resistors.

A thermometer that has a modified tolerance or temperature range of validity can still be compliant with this document provided it satisfies all the applicable requirements, other than the tolerance or the temperature range of validity, and the modification is notified to the user. Details on this are described in 5.2.3.2.

Thermometers or platinum resistors without the specified temperature range of validity for the tolerance are not permitted in this document.

5.2.2 Tolerance class of platinum resistors

Table 1 specifies the tolerance class for platinum resistors. Tolerances and ranges of validity that differ from values given in Table 1 shall be agreed between the supplier and the user.

Table 1 – Tolerance class of platinum resistors

Wire wound platinum resistors		Film platinum resistors		Tolerance (°C)
Tolerance class	Temperature range of validity (°C)	Tolerance class	Temperature range of validity (°C)	
W 0,1	–100 to +350	F 0,1	0 to +150	$\pm(0,1 + 0,001\,7\, \,t\,)$
W 0,15	–100 to +450	F 0,15	–30 to +300	$\pm(0,15 + 0,002\, \,t\,)$
W 0,3	–196 to +660	F 0,3	–50 to +500	$\pm(0,3 + 0,005\, \,t\,)$
W 0,6	–196 to +660	F 0,6	–50 to +600	$\pm(0,6 + 0,01\, \,t\,)$
NOTE The symbol $ \,t\, $ denotes modulus of temperature in °C without regard to the sign.				

5.2.3 Tolerance classes and marking of thermometers

5.2.3.1 Tolerance classes of thermometers

Table 2 specifies the tolerance class for thermometers.

Table 2 – Tolerance class of thermometers

Tolerance class	Temperature range of validity (°C) for thermometers made using		Tolerance (°C)
	Wire wound platinum resistors	Film platinum resistors	
AA	–50 to +250	0 to +150	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
A	–100 to +450	–30 to +300	$\pm(0,15 + 0,002 t)$
B	–196 to +600	–50 to +500	$\pm(0,3 + 0,005 t)$
C	–196 to +600	–50 to +600	$\pm(0,6 + 0,01 t)$
NOTE The symbol $ t $ denotes modulus of temperature in °C without regard to the sign.			

5.2.3.2 Special tolerance classes of thermometers

Tolerances and ranges of validity that differ from the values given in Table 2 shall be agreed between the supplier and the user. These special thermometers shall be clearly distinguished from a standard device by the "-sp" marking as is specified in 5.2.3.3. Recommended special tolerance classes may be constructed as multiples or fractions of class B tolerance. Example 1 in 5.2.3.3 demonstrates this case.

It is also left to the suppliers and the users to establish a special class for their thermometers with a temperature range different from the ranges in Table 2. Special temperature ranges of validity may be defined for restricted or extended temperature ranges. Example 2 in 5.2.3.3 demonstrates this case.

5.2.3.3 Marking of thermometers

Each thermometer shall be marked or labelled accordingly so that the user can confirm, either directly or indirectly, the number of platinum resistors, connecting wire configuration, tolerance class, and its temperature range of validity.

Marking Example1: 2 × Pt100 / (2/3B) –F-sp / 3 / –50 / +250

This means:

- Two platinum resistor construction,
- Nominal resistance: $R_0 = 100 \, \Omega$,
- Tolerance class: 2/3B [Tolerance value $\pm(0,2 + 0,0033 | t |)$],
- Platinum resistor type: F (film),
- Special tolerance class [(2/3)B]: suffix –sp of F is the notification. It means that the tolerance class is different from Table 2 and range of validity differs also,
- Wire configuration: 3 wire configuration (see Figure 1),
- Range of validity: –50 °C to +250 °C,
- Lower temperature limit of the thermometer: –50 °C,
- Upper temperature limit of the thermometer: +250 °C.

Marking Example 2: 1 × Pt100 / AA-W-sp / 4 / –50 / +300

This means:

- One platinum resistor construction,
- Nominal resistance: $R_0 = 100 \, \Omega$,

- Tolerance class: AA,
- Platinum resistor type: W (wire wound),
- Special range of validity; suffix -sp of W means that range of validity is different from Table 2,
- Wire configuration: 4 wire configuration (see Figure 1),
- Range of validity: $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- Lower temperature limit of the thermometer: $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- Upper temperature limit of the thermometer: $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.3 Measuring current

The measuring current of a platinum resistor or thermometer shall be limited to a value at which the self-heating of the thermometer under conditions specified in 6.4.3 does not exceed 25 % of the tolerance value of the declared tolerance class. The measuring current is usually not more than 1 mA for a 100 Ω wire wound platinum resistor.

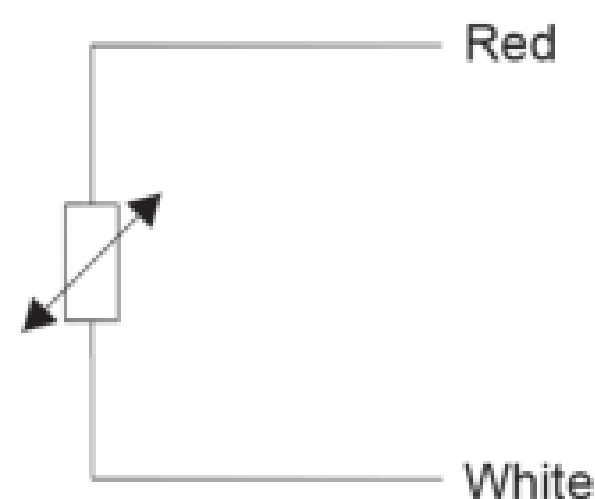
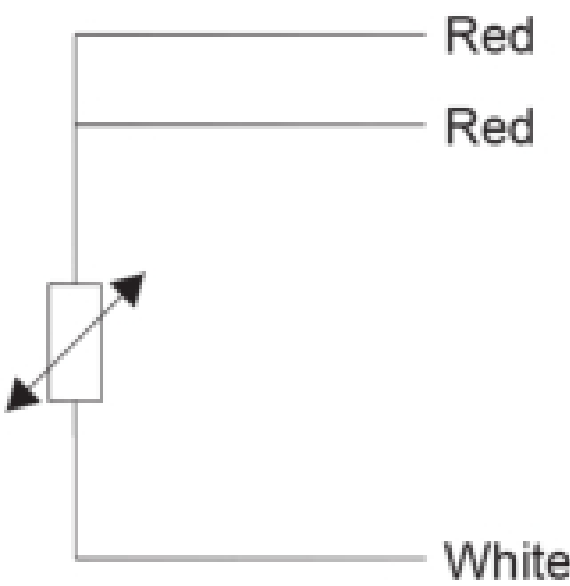
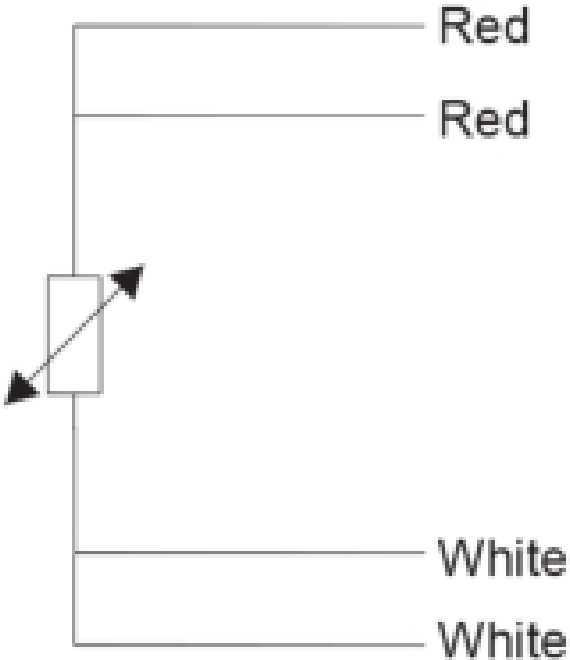
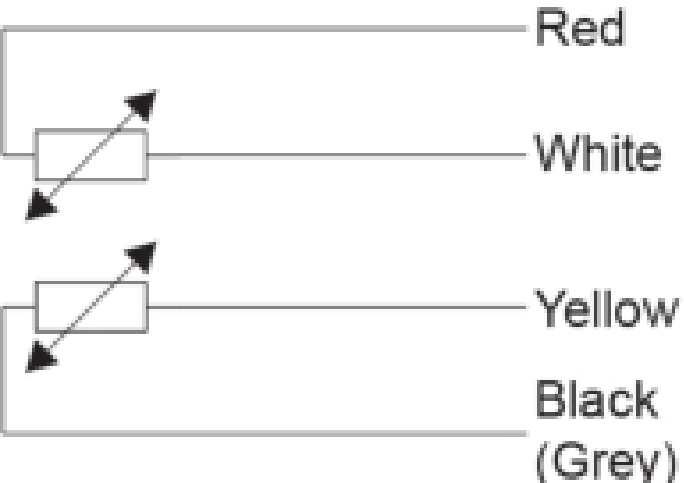
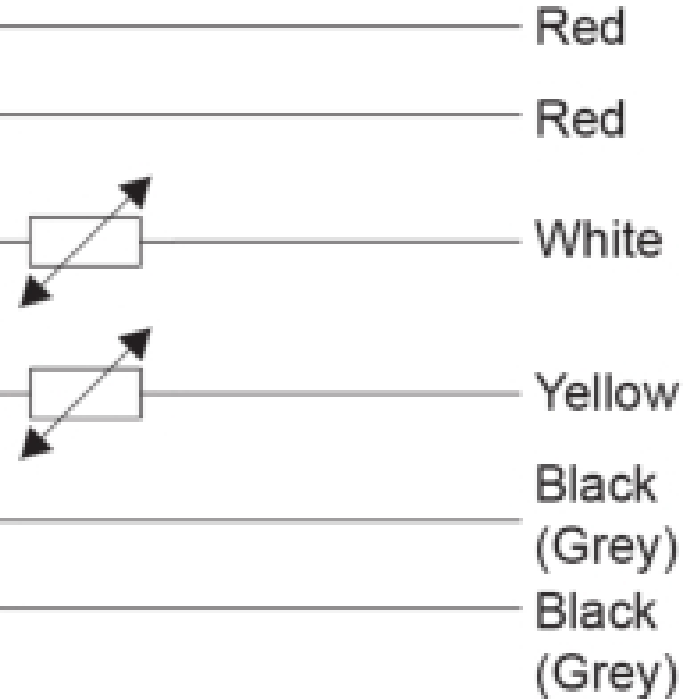
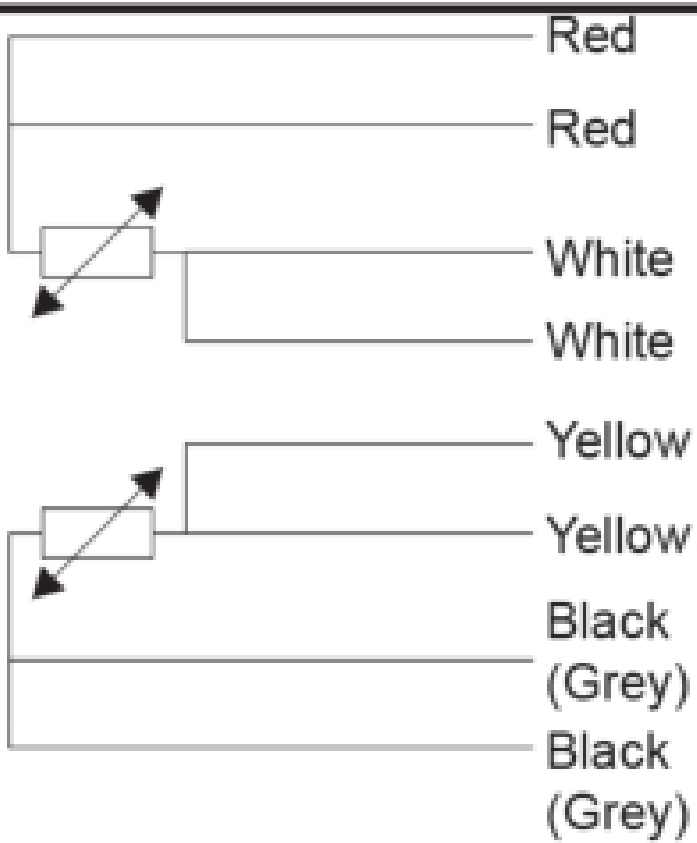
5.4 Electrical supply

Platinum resistors and thermometers shall be constructed so that they are suitable for use in measuring systems using direct current or alternating current at frequencies up to 100 Hz. Some measuring systems may require operation at higher frequencies.

5.5 Connecting wire configuration

Thermometers of tolerance class better than class B shall have 3-wire or 4-wire configuration with 4-wire configuration being recommended.

Thermometers may be constructed with one or more platinum resistors and a variety of internal connecting wire configurations. A typical example of identification and designation of the terminals is shown in Figure 1.

	2-wire configuration	3-wire configuration	4-wire configuration
1 platinum resistor			
2 platinum resistors			

IEC

Figure 1 – Example of connecting configurations

6 Tests

6.1 General

6.1.1 Test categories

Tests shall be performed to prove that platinum resistors or thermometers conform to the requirements of this document. The tests are categorised as routine production test, type test, and additional type test. It is not intended or recommended that all tests be performed on every platinum resistor or thermometer supplied. Different kinds of tests are therefore described from 6.1.2 to 6.1.5.

6.1.2 Routine production tests

The routine production test shall be performed on every platinum resistor or thermometer manufactured in accordance with this document. This routine production test can be replaced by a sampling test provided that technically established control procedures are in place to demonstrate that the statistical sampling test is sufficient. If the routine production test is replaced by a sampling test, the user shall be informed.

6.1.3 Type tests

Type tests shall be carried out on a platinum resistor or a thermometer of each particular design and temperature range of operation. The routine production test items shall also be performed on the type tests. These tests are subdivided into tests for all forms of platinum resistors or thermometers.

6.1.4 Additional type tests for thermometers

Additional type tests may be required by other regulations or by agreement between the supplier and the user for special applications. If not stated otherwise, there are no fixed specifications for these test items. The results of the tests shall be made available on request.

6.1.5 Summary of the tests

All the tests specified in this document are summarized in Table 3 with reference to the clause in which details of the test are given.

Table 3 – Table of tests specified in this document

	Routine production tests		Type tests		Additional type tests for thermometers
	Platinum resistors	Thermometers	Platinum resistors	Thermometers	
Tolerance acceptance test	6.2.1	6.3.1		6.3.1	
Insulation resistance at ambient temperature		6.3.2		6.3.2	
Sheath integrity test		6.3.3		6.3.3	
Dimensional test		6.3.4		6.3.4	
Tolerances			6.4.1	6.5.1	
Stability at upper temperature limit			6.4.2	6.5.2	
Self-heating			6.4.3	6.5.3	
Insulation resistance at elevated temperature				6.5.4	
Thermal response time				6.5.5	
Thermoelectric effect				6.5.6	
Effect of temperature cycling				6.5.7	
Effect of hysteresis				6.5.8	
Minimum immersion depth				6.5.9	
Capacitance					6.6.2
Inductance					6.6.3
Dielectric strength					6.6.4
Vibration test					6.6.5
Drop test					6.6.6
Cold seal					6.6.7

6.2 Routine production tests for platinum resistors

6.2.1 Tolerance acceptance test

All types of platinum resistors shall be tested at one temperature at least. The test temperature shall be in the range from -5 °C to $+30\text{ °C}$, preferably 0 °C . Estimation of measurement uncertainty for the test shall be done with coverage factor $k = 2$.

Platinum resistors of the tolerance classes W0,1, F0,1, W0,15 and F0,15 shall be tested at one additional temperature at least. This test temperature shall be the upper or lower temperature limit of the platinum resistor, or spaced from the first test temperature by 90 °C , whichever is less.

For selection of the platinum resistor, the supplier shall perform a measurement with expanded uncertainty of less than 1/3 of the tolerance band. However, the supplier shall also be allowed to select a measurement with an alternative expanded uncertainty to respond to demands, provided that the uncertainty is notified to the user.

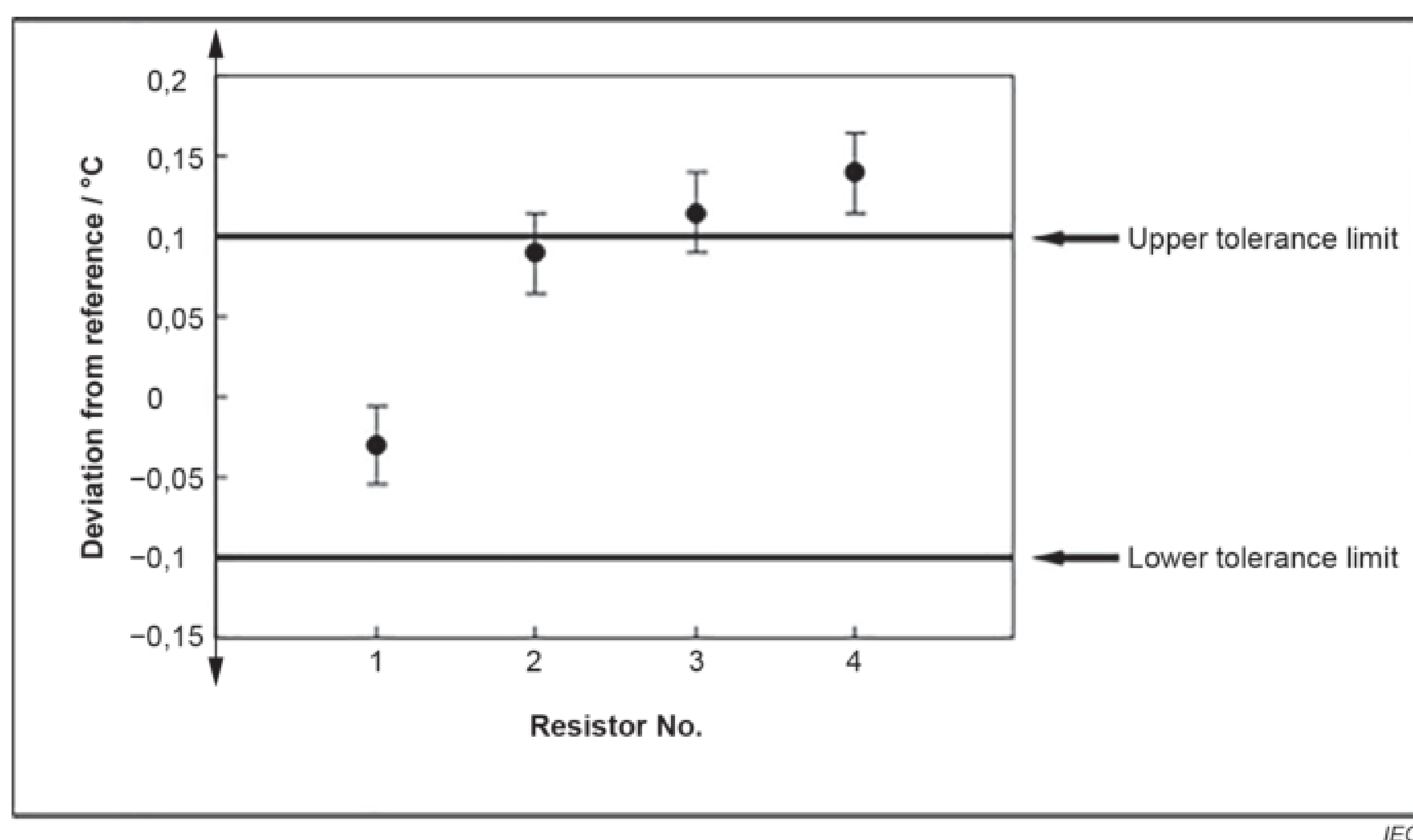
As a typical example, the resistors numbered 1 to 4 in Figure 2 illustrate resistance deviation of tolerance class 0,1 resistors.

The selection criteria for the supplier are: the equivalent temperature deviation calculated by resistance deviation from the nominal resistance versus the temperature function plus the expanded uncertainty of the measurement shall be completely within the corresponding tolerance band which is exemplified by resistor 1 in Figure 2.

The rejection criteria for the user are: at the entrance, check the tolerance value is not met. It is judged by the measurement result that the deviation plus expanded uncertainty of the measurement is completely outside the tolerance band which is exemplified by resistor 4 in Figure 2.

Regarding resistors 2 and 3, of which part of the expanded uncertainty interval lies outside the tolerance band, the user can ask the supplier for information about the test measurement of the particular platinum resistor.

NOTE For the selection guidelines, refer to the Bibliography [2].



The examples shown are for tolerance class 0,1. Limits are part of the tolerance band.

Figure 2 – Examples of test results for selecting or rejecting platinum resistors

6.3 Routine production tests for thermometers

6.3.1 Tolerance acceptance test

The suppliers shall ensure that platinum resistors of the appropriate tolerance class have been used for their thermometers. Thermometers of tolerance classes A and better (see 5.2) shall be tested for resistance accuracy at one temperature point in the range of -5 °C to $+30\text{ °C}$. All the selection criteria are the same as those described in 6.2.1.

6.3.2 Insulation resistance at ambient temperature

The insulation resistance between each terminal and the sheath shall be tested with a test voltage of a minimum of 100 V DC.

The insulation resistance shall be not less than 100 MΩ.

For thermometers with two or more measuring circuits, the same test shall be made between the individual circuits.

6.3.3 Sheath integrity test

6.3.3.1 General

The integrity of the sheath and all closure welding shall be tested in general by suitable means: either by a suitable test method not mentioned in this document, or with such a method given in this document. For particular applications, sheath integrity tests may be agreed between the user and the supplier. Examples of commonly accepted suitable integrity tests are given in 6.3.3.2 to 6.3.3.5.

6.3.3.2 Water quench test

The thermometer shall be subjected to a minimum temperature of 300 °C for a minimum time of 5 min and then immediately plunged into water at room temperature. Then the insulation resistance shall be measured while the thermometer is immersed. The insulation resistance shall meet the requirements of 6.3.2.

6.3.3.3 Nitrogen pressure test

The thermometer shall be externally pressurized for approximately 30 s at a minimum pressure of 2,5 MPa in a nitrogen gas, after which the thermometer shall be immediately immersed in water or alcohol. There shall be no bubbling from the weld.

6.3.3.4 Liquid nitrogen test

The thermometer shall be immersed in liquid nitrogen until the temperature is stabilized, after which the thermometer shall be immediately immersed in water or alcohol. There shall be no bubbling from the weld. This test is only recommended for thermometers that can be used at a temperature down to –196 °C or –200 °C.

6.3.3.5 Helium leakage test

The helium leakage test shall be mentioned as a further means of integrity test. The details of this test may be determined by agreement between the supplier and the user.

6.3.4 Dimensional test

If the manufactured thermometer is covered by the scope of IEC 61152, the outside diameter and the straightness shall be tested to be in accordance with the requirements of IEC 61152.

6.4 Type tests for platinum resistors

6.4.1 Tolerances

The tolerance values for the specified tolerance class shall be met for the whole temperature range of validity. The number of necessary measurements for this test depends on the temperature range and the tolerance class and shall include temperatures close to the upper and lower limits of the declared temperature range. To consider uncertainty, refer to 6.2.1.

6.4.2 Stability at upper temperature limit

The platinum resistor shall be subjected to its declared upper temperature limit in air for 1 000 hours. The drift in resistance ($R_{0, \text{End of test}} - R_{0, \text{Start of test}}$) shall be converted to temperature and it shall not be more than the tolerance value at 0 °C for the respective tolerance class.

6.4.3 Self-heating

The self-heating coefficient shall be evaluated at a temperature between 0 °C and 30 °C in flowing air with a velocity of $(3 \pm 0,3)$ m/s or in flowing water with a velocity $(0,3 \pm 0,1)$ m/s. The self-heating under the above mentioned conditions shall not exceed 25 % of the tolerance value of the declared tolerance class at the declared maximum measuring current. Applied test conditions shall be declared.

6.5 Type tests for thermometers

6.5.1 Tolerances

The tolerance values for the specified tolerance class shall be met for the whole temperature range of validity. The number of necessary measurements for this test depends on the temperature range and the tolerance class, and shall include temperatures close to the upper and lower limits of the declared temperature range.

NOTE Tolerance is closely related to the acceptance test. Acceptance criteria are described in 6.2.1 of this document.

6.5.2 Stability at upper temperature limit

The thermometer shall be subjected to its declared upper temperature limit in air for a minimum of 4 weeks (672 h) continuously. The drift in resistance ($R_{0, \text{End of test}} - R_{0, \text{Start of test}}$) is to be converted to temperature, and it shall be within the tolerance band of the declared tolerance class. The insulation resistance specification 6.5.4 shall be met after the exposure.

6.5.3 Self-heating

The same procedure shall be applied for this test as is specified for platinum resistors in 6.4.3, and the same evaluation condition shall be applied.

6.5.4 Insulation resistance at elevated temperature

The insulation resistance shall be tested with the thermometer being at the rated maximum temperature over at least the minimum immersion depth and a test voltage minimum of 10 V DC. The insulation resistance between each terminal and the sheath shall not be less than indicated in Table 4.

Table 4 – Minimum insulation resistance of thermometers at the maximum temperature

Rated maximum temperature	Minimum insulation resistance
°C	MΩ
Up to 250	20
251 to 450	2
451 to 650	0,5
651 to 850	0,2

6.5.5 Thermal response time

The thermal response time T in flowing water with a velocity $(0,3 \pm 0,1)$ m/s or in flowing air with a velocity $(3 \pm 0,3)$ m/s shall be recorded. To specify the response time it is necessary to declare the percentage of response, usually $T_{0,9}$, $T_{0,63}$, $T_{0,5}$, or $T_{0,1}$, which gives the time until the thermometer reading reaches 90 %, 63,2 %, 50 % or 10 % of the temperature step change, respectively. The test medium and its flow conditions shall be specified (usually flowing water or flowing air).

6.5.6 Thermoelectric effect

The thermometer shall be immersed in a uniform temperature environment of declared highest temperature of the thermometer class. The immersion where induced e.m.f. across the terminals of the thermometer attains its maximum shall be found. With this condition, the maximum permissible DC current shall be applied to obtain resistance R_n by measuring DC voltage across the terminals. The current shall then be reversed to obtain R_r . The equivalent temperature deviation calculated by the difference between R_n and R_r shall not exceed the tolerance value of the declared tolerance class in Table 2. The terminals shall be kept at ambient temperature throughout the process.

6.5.7 Effect of temperature cycling

The thermometer shall be brought carefully to the upper limit of its temperature range and then exposed to air at room temperature. It shall next be brought slowly to the lower limit of its temperature range and then exposed to air at room temperature. At each limit, the thermometer shall be immersed to at least its declared minimum immersion depth and shall be maintained at the temperature for sufficient time to reach equilibrium. If the temperature range of the thermometer is outside of room temperature, the test cycle shall be performed without exposition to room temperature.

After 10 cycles between the upper and the lower temperature limit, measured drift in resistance ($R_{0, \text{End of test}} - R_{0, \text{Start of test}}$) shall be converted to temperature and it shall be within the respective tolerance band of the class.

6.5.8 Effect of hysteresis

The resistance of the thermometer shall be measured in the middle of the temperature range after exposure to a temperature at the lower limit of the temperature range. Then the resistance shall be measured again at the same temperature in the middle of the temperature range after exposure of the thermometer to a temperature at the upper limit of the temperature range. The temperature difference between these two measurements shall not be larger than the tolerance value at the test temperature for the respective tolerance class. It is important for both measurements that the thermometer goes directly from the ends of the temperature range to the temperature in the middle of the range. Taking a thermometer of range 0 °C to 400 °C as an example, this test condition is interpreted as follows. The thermometer shall go from 0 °C to 200 °C, then from 200 °C to 400 °C, and finally from 400 °C to 200 °C without being cooled below 200 °C during this last step.

NOTE Hysteresis as defined in IEC 61298-1 can be applied to thermometers by the method described here.

6.5.9 Minimum immersion depth

The thermometer shall be immersed in water with a temperature of at least 85 °C to the same depth as is used for the tolerance acceptance test and with the thermometer terminals close to the ambient temperature. The thermometer shall then be extracted step by step out of the medium until the resistance changes by an amount which corresponds to a temperature change of 0,1 °C. This immersion depth shall be declared as the minimum immersion depth.

6.6 Additional type tests for thermometers

6.6.1 General

For particular applications, special type tests may be agreed between the user and the supplier. In 6.6.2 to 6.6.7, some of the typical examples are described.

6.6.2 Capacitance

The capacitance between one terminal and the sheath at a frequency of 1 kHz is to be reported.

6.6.3 Inductance

The inductance of each platinum resistor circuit at a frequency of 1 kHz is to be reported.

6.6.4 Dielectric strength

A test voltage of 500 V AC shall be applied between one measuring circuit and the sheath of the thermometer for a duration of 1 min. During this time, no breakdown shall occur. For thermometers with two or more measuring circuits, the same test shall be made between the individual circuits.

6.6.5 Vibration test

Vibration tests may be performed for the thermometers used in a specific environment with possible vibrations. The thermometer shall be mounted as it will be installed. Test methods shall comply with IEC 60068-2-6. The parameters such as frequency range and forcing acceleration of the vibration shall be determined by the agreement between the user and the supplier. The tested thermometer shall comply with all the electrical and mechanical requirements of this document.

6.6.6 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 onto 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 6.3.2 and the maintenance of electrical continuity.

6.6.7 Cold seal

The test shall be performed to ensure that the thermometer reading shall not be influenced by moisture in the environment where it is operated. The test method and validation shall follow in IEC 61515:2016, 5.3.1.5 (Cold seal immersion test). It is recommended to cycle the thermometers thermally according to the application range before applying the test. Thermometers with thermal blocks shall not be mounted for this test.

7 Information to be made available by the supplier

7.1 General

Suppliers shall keep information about their products so that users are able to access when it is needed. The items in 7.2 and 7.3 are typical information.

7.2 Applicable to resistors

- Results of all specified type tests,
- Length of the two leads,
- Linear resistance of the leads in Ω/mm ,
- Temperature coefficient of resistance of the leads,
- Material of the leads.

7.3 Applicable to thermometers

- Results of all specified type tests,
- Temperature-sensitive length and position of platinum resistor,
- Ohmic resistance of internal connection wires and their temperature coefficient shall be available for 2-wire configurations where the resistance of internal connection wires is equal to or greater than the tolerance value at the maximum rated temperature in the respective tolerance class.

Annex A
(informative)

Numerical table

Table A.1 – Temperature versus resistance relationship below 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Resistance in ohms at the temperature $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	–1	–2	–3	–4	–5	–6	–7	–8	–9	
–200	18,52										–200
–190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38	18,95	–190
–180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68	23,25	–180
–170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95	27,52	–170
–160	35,54	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18	31,76	–160
–150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38	35,96	–150
–140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56	40,14	–140
–130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70	44,29	–130
–120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83	48,42	–120
–110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93	52,52	–110
–100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01	56,60	–100
–90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07	60,66	–90
–80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70	–80
–70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73	–70
–60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73	–60
–50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12	76,73	–50
–40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70	–40
–30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67	–30
–20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62	–20
–10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55	–10
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48	0

Table A.2 – Temperature versus resistance relationship above 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Resistance in ohms at the temperature $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51	0
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40	10
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29	20
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15	30
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01	40
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86	50
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69	60
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52	70
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33	80
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13	90
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91	100
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69	110
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,46	120
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21	130
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95	140
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68	150
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40	160
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11	170
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80	180
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12	175,49	190
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16	200
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82	210
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47	220
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11	230
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74	240
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35	250
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95	260
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55	270
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13	280
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70	290
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25	300
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80	310
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33	320
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85	330
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37	340
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87	350
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35	360
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83	370
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29	380
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75	390

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Resistance in ohms at the temperature $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19	400
410	250,53	250,88	251,22	251,56	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62	410
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04	420
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44	430
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84	440
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22	450
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60	460
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96	470
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31	480
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64	490
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97	500
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29	510
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59	520
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88	530
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16	540
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43	550
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69	560
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93	570
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16	580
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39	590
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	316,60	600
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80	610
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98	620
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16	630
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32	640
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48	650
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	335,62	660
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75	670
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	341,87	680
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97	690
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07	700
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15	710
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	354,22	720
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	357,28	730
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	360,33	740
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	363,37	750
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	366,40	760
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	369,41	770
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	372,41	780
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	375,41	790

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Resistance in ohms at the temperature $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
800	375,70	376,00	376,30	376,60	376,90	377,19	377,49	377,79	378,09	378,39	800
810	378,68	378,98	379,28	379,57	379,87	380,17	380,46	380,76	381,06	381,35	810
820	381,65	381,95	382,24	382,54	382,83	383,13	383,42	383,72	384,01	384,31	820
830	384,60	384,90	385,19	385,49	385,78	386,08	386,37	386,67	386,96	387,25	830
840	387,55	387,84	388,14	388,43	388,72	389,02	389,31	389,60	389,90	390,19	840
850	390,48										850

Bibliography

- [1] ISO/IEC Guide 98-3:2008, *"Uncertainty of measurement – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)"* <https://www.iso.org/standard/50461.html>
 - [2] ILAC-G8:09/2019, *Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity*
 - [3] *The international Temperature Scale of 1990 (ITS-90); Metrologia 27, 3-10 (1990)*
 - [4] IEC 61298-1, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 1: General considerations*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	30
4 Caractéristiques	32
4.1 Généralités	32
4.2 Relation entre la résistance nominale et la température	33
4.3 Tableau numérique des valeurs de résistance.....	33
5 Conformité et exigences	33
5.1 Conformité	33
5.2 Classes de tolérance	33
5.2.1 Classe de tolérance et sa plage de températures de validité.....	33
5.2.2 Classe de tolérance pour les résistances de platine.....	34
5.2.3 Classes de tolérance et marquage pour les thermomètres	34
5.3 Courant de mesure	35
5.4 Alimentation électrique.....	35
5.5 Configuration des fils de connexion.....	35
6 Essais	36
6.1 Généralités	36
6.1.1 Catégories d'essai	36
6.1.2 Essais individuels de production	36
6.1.3 Essais de type	36
6.1.4 Essais de type complémentaires pour les thermomètres	37
6.1.5 Résumé des essais	37
6.2 Essais individuels de production pour les résistances de platine	37
6.2.1 Essai d'acceptation de la tolérance.....	37
6.3 Essais individuels de production pour les thermomètres	38
6.3.1 Essai d'acceptation de la tolérance.....	38
6.3.2 Résistance d'isolement à température ambiante	39
6.3.3 Essai d'intégrité de la gaine.....	39
6.3.4 Essai dimensionnel.....	39
6.4 Essais de type pour les résistances de platine	39
6.4.1 Tolérances	39
6.4.2 Stabilité à la température limite haute.....	39
6.4.3 Autoéchauffement.....	40
6.5 Essais de type pour les thermomètres	40
6.5.1 Tolérances	40
6.5.2 Stabilité à la température limite haute.....	40
6.5.3 Autoéchauffement.....	40
6.5.4 Résistance d'isolement à température élevée	40
6.5.5 Temps de réponse thermique	40
6.5.6 Effet thermoélectrique	40
6.5.7 Effet du cyclage en température	41
6.5.8 Effet d'hystérésis	41
6.5.9 Profondeur d'immersion minimale	41

6.6	Essais de type complémentaires pour les thermomètres	41
6.6.1	Généralités	41
6.6.2	Capacité électrique	41
6.6.3	Inductance	41
6.6.4	Rigidité diélectrique	42
6.6.5	Essai de vibrations	42
6.6.6	Essai de chute	42
6.6.7	Soudures à froid	42
7	Informations mises à disposition par le fournisseur	42
7.1	Généralités	42
7.2	Applicable aux résistances	42
7.3	Applicable aux thermomètres	42
Annexe A (informative) Tableau numérique		43
Bibliographie		47
Figure 1 – Exemples de configurations de connexion		36
Figure 2 – Exemples de résultats d'essai pour le choix ou le rejet de résistances de platine		38
Tableau 1 – Classes de tolérance pour les résistances de platine		34
Tableau 2 – Classes de tolérance pour les thermomètres		34
Tableau 3 – Tableau des essais décrits dans le présent document		37
Tableau 4 – Résistance d'isolement minimale des thermomètres à la température maximale		40
Tableau A.1 – Relation entre la température et la résistance au-dessous de 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$		43
Tableau A.2 – Relation entre la température et la résistance au-dessus de 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$		44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

THERMOMÈTRES À RÉSISTANCE DE PLATINE ET CAPTEURS THERMOMÉTRIQUES DE PLATINE INDUSTRIELS

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'IEC 60751 a été établie par le sous-comité 65B: Équipements de mesure et de contrôle-commande, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) la formule de la relation entre la résistance et la température devient la spécification de référence et le tableau numérique cesse d'être la norme;
- b) un nouvel article "Conformité et exigences" est introduit;
- c) l'essai d'acceptation de la tolérance est modifié;
- d) un système de marquage étendu est introduit pour s'adapter à une plage de températures valide particulière;

- e) la méthode d'essai de vibrations est révisée;
- f) les soudures à froid sont introduites comme un essai de type supplémentaire;
- g) le tableau numérique de la résistance en fonction de la température est inclus à l'Annexe A à titre d'information.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
65B/1210/FDIS	65B/1214/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu du présent document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

THERMOMÈTRES À RÉSISTANCE DE PLATINE ET CAPTEURS THERMOMÉTRIQUES DE PLATINE INDUSTRIELS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences en plus de la relation entre la température et la résistance pour les thermomètres à résistance de platine industriels (dénommés ci-après "thermomètres") et les capteurs thermométriques de platine industriels (dénommés ci-après "résistances de platine") dont la résistance électrique est dérivée de fonctions définies de la température.

Les valeurs de température données dans le présent document sont exprimées en accord avec l'Échelle Internationale de Température de 1990, EIT-90, en °C, et par le symbole t , à l'exception du Tableau A.1 où l'expression $t_{90}/^{\circ}\text{C}$ est utilisée.

Le présent document s'applique aux résistances de platine dont le coefficient de température α , défini par

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

est conventionnellement $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, où R_{100} est la résistance à $t = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et R_0 est la résistance à $t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Le présent document couvre les résistances de platine et thermomètres pour la plage de températures allant de $-200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+850 \text{ }^{\circ}\text{C}$ avec différentes classes de tolérance. Il peut également couvrir des résistances de platine ou thermomètres particuliers pour une partie de cette plage de températures.

Pour les relations entre la température et la résistance dont les incertitudes sont inférieures à $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ qui sont possibles seulement pour les résistances de platine ou les thermomètres d'une exceptionnelle stabilité et étalonnés individuellement, une équation d'interpolation plus complexe que celle présentée dans le présent document peut être nécessaire. La spécification de telles équations ne relève pas du domaine d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 61152, *Dimensions des éléments thermométriques sous gaine métallique*

IEC 61515:2016, *Câbles et couples thermoélectriques à isolation minérale dits "chemisés"*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1**résistance de platine**

résistance constituée d'un fil ou d'un film de platine ayant des caractéristiques électriques définies, encapsulé dans un isolant (le plus souvent en verre ou en céramique), conçue pour être assemblée dans un thermomètre à résistance de platine ou dans un circuit intégré

3.2**thermomètre à résistance de platine****thermomètre****TRP**

dispositif sensible à la température, qui consiste en une ou plusieurs résistances de platine sensibles avec une gaine de protection, des fils internes de connexion et des bornes externes pour permettre la connexion d'instruments électriques de mesure

Note 1 à l'article: Des moyens de montage et des têtes de connexion peuvent être inclus. Ne sont pas inclus les tubes de protection séparés ou les puits thermométriques.

3.3**résistance nominale**

résistance R_0 attendue pour une résistance de platine ou un thermomètre à 0 °C, déclarée par le fournisseur et donnée dans le marquage, généralement arrondie à la valeur ohmique la plus proche

Note 1 à l'article: Les résistances de platine sont souvent caractérisées par leur résistance nominale. Par exemple, une résistance de platine avec $R_0 = 100 \, \Omega$ est souvent appelée Pt100.

3.4**bornes**

terminaisons des câbles de connexion fournies avec le thermomètre à résistance de platine

Note 1 à l'article: Les types les plus courants de bornes sont:

- vis ou pinces sur le bornier,
- ergots de connecteurs fixes,
- extrémité libre de câbles fixes, ou équivalents.

3.5**longueur sensible à la température**

longueur du thermomètre dont la température influence directement la résistance mesurée

Note 1 à l'article: Généralement, la longueur sensible à la température est liée à la longueur de la résistance de platine.

3.6**profondeur d'immersion minimale**

profondeur d'immersion à laquelle une variation maximale de 0,1 °C par rapport à un étalonnage à immersion totale est mesurée

3.7**tolérance**

écart maximal admissible de $R(t)$ mesuré à la température t par rapport à la relation entre la résistance nominale et la température, exprimé en °C sous la forme $\Delta t(t)$

3.8**rigidité diélectrique**

tension maximale entre tous les composants du circuit électrique et la gaine du thermomètre ou, dans le cas d'un thermomètre possédant plusieurs circuits de capteurs, entre deux circuits individuels que le thermomètre peut supporter sans dégradation

3.9**résistance d'isolement**

résistance électrique mesurée entre tout composant du circuit électrique et la gaine à température ambiante ou à des températures élevées et à une tension de mesure spécifiée (en courant continu ou alternatif)

3.10**autoéchauffement**

accroissement de la température de la résistance de platine ou de la résistance de platine dans un thermomètre, provoqué par l'énergie dissipée par le passage du courant de mesure

3.11**coefficient d'autoéchauffement**

élévation de température due à l'énergie dissipée par le passage du courant de mesure dans une résistance, exprimée en °C/mW

3.12**temps de réponse thermique**

temps nécessaire pour qu'un thermomètre atteigne un pourcentage spécifié d'une variation échelonnée en température

3.13**effet thermoélectrique**

effet de génération d'une force électromotrice (abrégé f.é.m. ci-après) provoquée par des métaux différents utilisés dans le circuit électrique du thermomètre et par l'hétérogénéité thermoélectrique des liaisons dans des conditions de gradients de température le long des liaisons

3.14**hystérésis**

différence de résistance observée au milieu de la plage de températures avant et après exposition du thermomètre à la limite inférieure et à la limite supérieure de la plage de températures

3.15**incertitude élargie**

grandeur définissant un intervalle, autour du résultat d'une mesure, dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction élevée de la distribution des valeurs qui pourraient être attribuées raisonnablement au mesurande

Note 1 à l'article: À titre de référence, voir 3.16.

3.16**facteur d'élargissement**

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée pour obtenir l'incertitude élargie

Note 1 à l'article: Un facteur d'élargissement, k , a sa valeur généralement comprise entre 2 et 3. Dans le présent document, $k = 2$ est choisi, avec un niveau de confiance de 95 %. Voir la bibliographie [1].

4 Caractéristiques**4.1 Généralités**

La relation entre la résistance nominale et la température pour les résistances de platine et les thermomètres et leur classe de tolérance sont normalisées. Cette spécification est appliquée à une résistance de platine sensible à ses points de connexion, et à un thermomètre complet à ses bornes.

Dans le cas de connexions à deux fils (voir 5.5), les valeurs de résistance des liaisons entre le point de connexion de la résistance de platine et les bornes doivent être prises en considération. Elles doivent être soustraites des résistances mesurées. Dans certains cas, il est également recommandé de prendre en considération le coefficient de température des fils de connexion, les caractéristiques géométriques des fils et la distribution de la température sur leur longueur. Ces informations peuvent être fournies aux utilisateurs à titre d'information complémentaire (voir Article 7).

4.2 Relation entre la résistance nominale et la température

Les relations entre la résistance et la température employées dans le présent document sont comme suit:

Pour la plage -200 °C à 0 °C :

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

Pour la plage 0 °C à 850 °C :

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

où

R_t est la résistance à la température t ,

R_0 est la résistance à $t = 0\text{ °C}$.

Les constantes dans ces équations sont,

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

$$B = -5,775 \times 10^{-7}\text{ °C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \times 10^{-12}\text{ °C}^{-4}.$$

4.3 Tableau numérique des valeurs de résistance

Le Tableau A.1 et le Tableau A.2 sont dérivés des équations et des coefficients spécifiés en 4.2 pour un thermomètre ou une résistance de platine de résistance nominale R_0 de $100\text{ }\Omega$.

Le Tableau A.1 et le Tableau A.2 sont applicables à tout thermomètre et à toute résistance de platine ayant une valeur quelconque de R_0 .

Dans ce cas, les valeurs de résistance du Tableau A.1 et du Tableau A.2 doivent être multipliées par le facteur $R_0 / 100\text{ }\Omega$.

NOTE 1 Dans la présente édition, les tableaux numériques donnés à l'Annexe A cessent d'être normatifs; ils sont désormais informatifs. La spécification du présent document est la formule décrite en 4.2 avec laquelle l'utilisateur peut calculer la valeur numérique de R_t .

NOTE 2 L'appareil le plus fréquemment utilisé a un R_0 de $100\text{ }\Omega$. Les appareils ayant un R_0 de $10\text{ }\Omega$, $500\text{ }\Omega$ ou $1\,000\text{ }\Omega$ sont également fréquemment utilisés.

5 Conformité et exigences

5.1 Conformité

Pour qu'un thermomètre soit conforme au présent document, il doit être fabriqué à partir d'une résistance de platine conforme au présent document.

Les résistances de platine et les thermomètres doivent être soumis à l'essai pour démontrer que le dispositif satisfait à toutes les exigences applicables spécifiées dans le présent document. Les fournisseurs doivent réaliser les essais et démontrer que le dispositif est conforme au présent document avant de le transférer à l'utilisateur. La méthode d'essai et l'évaluation sont spécifiées dans le présent document.

5.2 Classes de tolérance

5.2.1 Classe de tolérance et sa plage de températures de validité

Les classes de tolérance sont données dans le Tableau 1 pour une résistance de platine, et dans le Tableau 2 pour un thermomètre pour toute valeur de R_0 .

Ces classes de tolérance sont étroitement liées à la plage de températures de service. Les plages de températures de validité d'une classe de tolérance sont donc indiquées dans la colonne adjacente du tableau. Les plages de températures de validité sont fondées sur l'expérience d'utilisation avec des résistances de platine à couche et bobinées.

Un thermomètre dont la tolérance ou la plage de températures de validité a été modifiée peut toujours être conforme au présent document à condition qu'il satisfasse à toutes les exigences applicables, autres que la tolérance ou la plage de températures de validité, et que la modification soit notifiée à l'utilisateur. Les informations détaillées à ce sujet sont données en 5.2.3.2.

Les thermomètres ou les résistances de platine sans la plage de températures de validité spécifiée pour la tolérance ne sont pas admis(es) dans le présent document.

5.2.2 Classe de tolérance pour les résistances de platine

Le Tableau 1 spécifie la classe de tolérance pour les résistances de platine. Les tolérances et plages de validité qui diffèrent des valeurs données dans le Tableau 1 doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

Tableau 1 – Classes de tolérance pour les résistances de platine

Résistances de platine bobinées		Résistances de platine à couche		Tolérance (°C)
Classe de tolérance	Plage de températures de validité (°C)	Classe de tolérance	Plage de températures de validité (°C)	
W 0,1	–100 à +350	F 0,1	0 à +150	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
W 0,15	–100 à +450	F 0,15	–30 à +300	$\pm(0,15 + 0,002 t)$
W 0,3	–196 à +660	F 0,3	–50 à +500	$\pm(0,3 + 0,005 t)$
W 0,6	–196 à +660	F 0,6	–50 à +600	$\pm(0,6 + 0,01 t)$
NOTE Le symbole $ t $ indique la valeur absolue de température en °C sans considération de signe.				

5.2.3 Classes de tolérance et marquage pour les thermomètres

5.2.3.1 Classes de tolérance pour les thermomètres

Le Tableau 2 spécifie la classe de tolérance pour les thermomètres.

Tableau 2 – Classes de tolérance pour les thermomètres

Classe de tolérance	Plage de températures de validité (°C) pour les thermomètres fabriqués avec des		Tolérance (°C)
	Résistances de platine bobinées	Résistances de platine à couche	
AA	–50 à +250	0 à +150	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
A	–100 à +450	–30 à +300	$\pm(0,15 + 0,002 t)$
B	–196 à +600	–50 à +500	$\pm(0,3 + 0,005 t)$
C	–196 à +600	–50 à +600	$\pm(0,6 + 0,01 t)$
NOTE Le symbole $ t $ indique la valeur absolue de température en °C sans considération de signe.			

5.2.3.2 Classes de tolérance spéciales pour les thermomètres

Les tolérances et plages de validité qui diffèrent des valeurs données dans le Tableau 2 doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur. Ces thermomètres spéciaux doivent être clairement différenciés d'un dispositif normalisé en apposant le marquage "-sp" comme cela est spécifié en 5.2.3.3. Les classes de tolérance spéciales recommandées peuvent être construites comme des multiples ou des fractions de la tolérance de la classe B. L'exemple 1 présenté en 5.2.3.3 explique ce cas.

Il est également laissé à la discrétion des fournisseurs et des utilisateurs d'établir une classe spéciale pour leurs thermomètres avec une plage de températures qui diffère de celles indiquées dans le Tableau 2. Des plages de températures de validité spéciales peuvent être définies pour des plages de températures limitées ou étendues. L'exemple 2 présenté en 5.2.3.3 explique ce cas.

5.2.3.3 Marquage pour les thermomètres

Chaque thermomètre doit être marqué ou étiqueté en conséquence de sorte que l'utilisateur puisse confirmer, directement ou indirectement, le nombre de résistances de platine, la configuration des fils de connexion, la classe de tolérance et sa plage de températures de validité.

Exemple de marquage 1: 2 × Pt100 / (2/3B) –F-sp / 3 / –50 / +250

Cela signifie:

- Construction de deux résistances de platine,
- Résistance nominale: $R_0 = 100 \, \Omega$,
- Classe de tolérance: 2/3B [Valeur de tolérance $\pm(0,2 + 0,003 \, 3 \, | \, t \, |)$],
- Type de résistance de platine: F (couche),
- Classe de tolérance spéciale [(2/3)B]: le suffixe -sp de F est la notification. Cela signifie que la classe de tolérance et la plage de validité sont différentes de celles du Tableau 2,
- Configuration des fils: configuration à 3 fils (voir la Figure 1),
- Plage de validité: –50 °C à +250 °C,
- Température limite basse du thermomètre: –50 °C,
- Température limite haute du thermomètre: +250 °C.

Exemple de marquage 2: 1 × Pt100 / AA-W-sp / 4 / –50 / +300

Cela signifie:

- Construction d'une résistance de platine,
- Résistance nominale: $R_0 = 100 \, \Omega$,
- Classe de tolérance: AA,
- Type de résistance de platine: W (platine bobinée),
- Plage de validité spéciale; le suffixe -sp de W signifie que la plage de validité est différente de celle du Tableau 2,
- Configuration des fils: configuration à 4 fils (voir la Figure 1),
- Plage de validité: –50 °C à +300 °C,
- Température limite basse du thermomètre: –50 °C,
- Température limite haute du thermomètre: +300 °C.

5.3 Courant de mesure

Le courant de mesure d'une résistance de platine ou d'un thermomètre doit être limité à une valeur à laquelle l'autoéchauffement du thermomètre dans des conditions spécifiées en 6.4.3 ne dépasse pas 25 % de la valeur de tolérance de la classe de tolérance déclarée. Le courant de mesure est généralement inférieur à 1 mA pour une résistance de platine bobinée de 100 Ω .

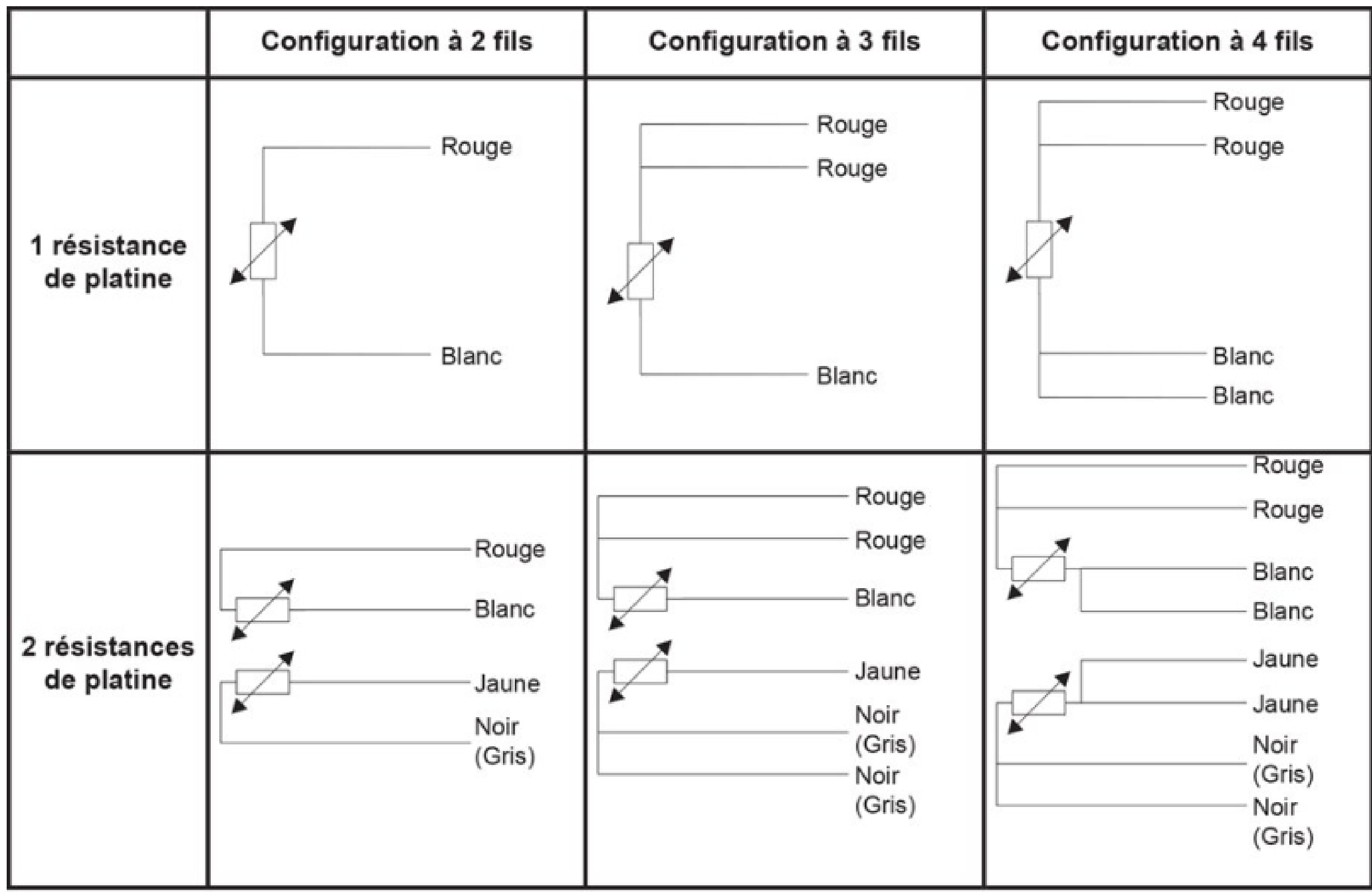
5.4 Alimentation électrique

Les résistances de platine et les thermomètres doivent être construits de telle sorte qu'ils soient adaptés à une utilisation dans des systèmes de mesure qui utilisent un courant continu ou alternatif allant jusqu'à 100 Hz. Certains systèmes de mesure peuvent exiger un fonctionnement à des fréquences plus élevées.

5.5 Configuration des fils de connexion

Les thermomètres de classe de tolérance meilleure que la classe B doivent présenter une configuration à 3 fils ou à 4 fils, la configuration à 4 fils étant recommandée.

Les thermomètres peuvent être construits avec une ou plusieurs résistances de platine et différentes configurations de connexions internes. Un exemple type d'identification et de désignation des bornes est représenté à la Figure 1.



IEC

Figure 1 – Exemples de configurations de connexion

6 Essais

6.1 Généralités

6.1.1 Catégories d'essai

Des essais doivent être effectués afin de démontrer que les résistances de platine ou thermomètres sont conformes aux exigences du présent document. Les essais sont classés comme suit: essai individuel de production, essai de type et essai de type complémentaire. Il n'existe aucune demande ni recommandation stipulant que tous les essais sont à réaliser sur chaque résistance de platine ou thermomètre livré. Différentes sortes d'essais sont de ce fait décrites de 6.1.2 à 6.1.5.

6.1.2 Essais individuels de production

Un essai individuel de production doit être réalisé sur chaque résistance de platine ou thermomètre fabriqué conformément au présent document. Cet essai individuel de production peut être remplacé par un essai par échantillonnage à condition de mettre en place des procédures de contrôle techniquement établies pour démontrer que l'essai par échantillonnage statistique est suffisant. Si l'essai individuel de production est remplacé par un essai par échantillonnage, l'utilisateur doit en être informé.

6.1.3 Essais de type

Les essais de type doivent être effectués sur une résistance de platine ou un thermomètre de chaque conception particulière et de chaque plage de températures de service. Les essais individuels de production doivent également être effectués dans le cadre des essais de type. Ces essais sont répartis en essais pour toutes les formes de résistances de platine ou thermomètres.

6.1.4 Essais de type complémentaires pour les thermomètres

Des essais de type complémentaires peuvent être exigés par d'autres règlements ou accord entre le fournisseur et l'utilisateur pour des applications spéciales. Sauf indication contraire, il n'y a pas de spécification figée pour ces essais. Les résultats des essais doivent être disponibles sur demande.

6.1.5 Résumé des essais

Tous les essais décrits dans le présent document sont résumés dans le Tableau 3 avec référence aux articles dans lesquels ces essais sont détaillés.

Tableau 3 – Tableau des essais décrits dans le présent document

	Essais individuels de production		Essais de type		Essais de type complémentaire s pour les thermomètres
	Résistance s de platine	Thermomètres	Résistance s de platine	Thermomètres	
Essai d'acceptation de la tolérance	6.2.1	6.3.1		6.3.1	
Résistance d'isolement à température ambiante		6.3.2		6.3.2	
Essai d'intégrité de la gaine		6.3.3		6.3.3	
Essai dimensionnel		6.3.4		6.3.4	
Tolérances			6.4.1	6.5.1	
Stabilité à la température limite haute			6.4.2	6.5.2	
Autoéchauffement			6.4.3	6.5.3	
Résistance d'isolement à température élevée				6.5.4	
Temps de réponse thermique				6.5.5	
Effet thermoélectrique				6.5.6	
Effet du cyclage en température				6.5.7	
Effet d'hystérésis				6.5.8	
Profondeur d'immersion minimale				6.5.9	
Capacité électrique					6.6.2
Inductance					6.6.3
Rigidité diélectrique					6.6.4
Essai de vibrations					6.6.5
Essai de chute					6.6.6
Soudures à froid					6.6.7

6.2 Essais individuels de production pour les résistances de platine

6.2.1 Essai d'acceptation de la tolérance

Tous les types de résistances de platine doivent être soumis à l'essai au moins à une température. La température d'essai doit être comprise dans la plage allant de –5 °C à +30 °C, de préférence 0 °C. L'incertitude de mesure pour l'essai doit être estimée avec un facteur d'élargissement $k = 2$.

Les résistances de platine des classes de tolérance W0,1, F0,1, W0,15 et F0,15 doivent être soumises à l'essai à au moins une température complémentaire. Cette température d'essai doit

être la température limite haute ou basse de la résistance de platine, ou doit être espacée de 90 °C par rapport à la température du premier essai, l'écart le plus faible prévalant.

Pour le choix de la résistance de platine, le fournisseur doit effectuer un mesurage avec une incertitude élargie inférieure à 1/3 de la bande de tolérance. Toutefois, il doit également pouvoir faire son choix par un mesurage à l'aide d'une incertitude élargie alternative pour répondre aux demandes, à condition que l'incertitude soit notifiée à l'utilisateur.

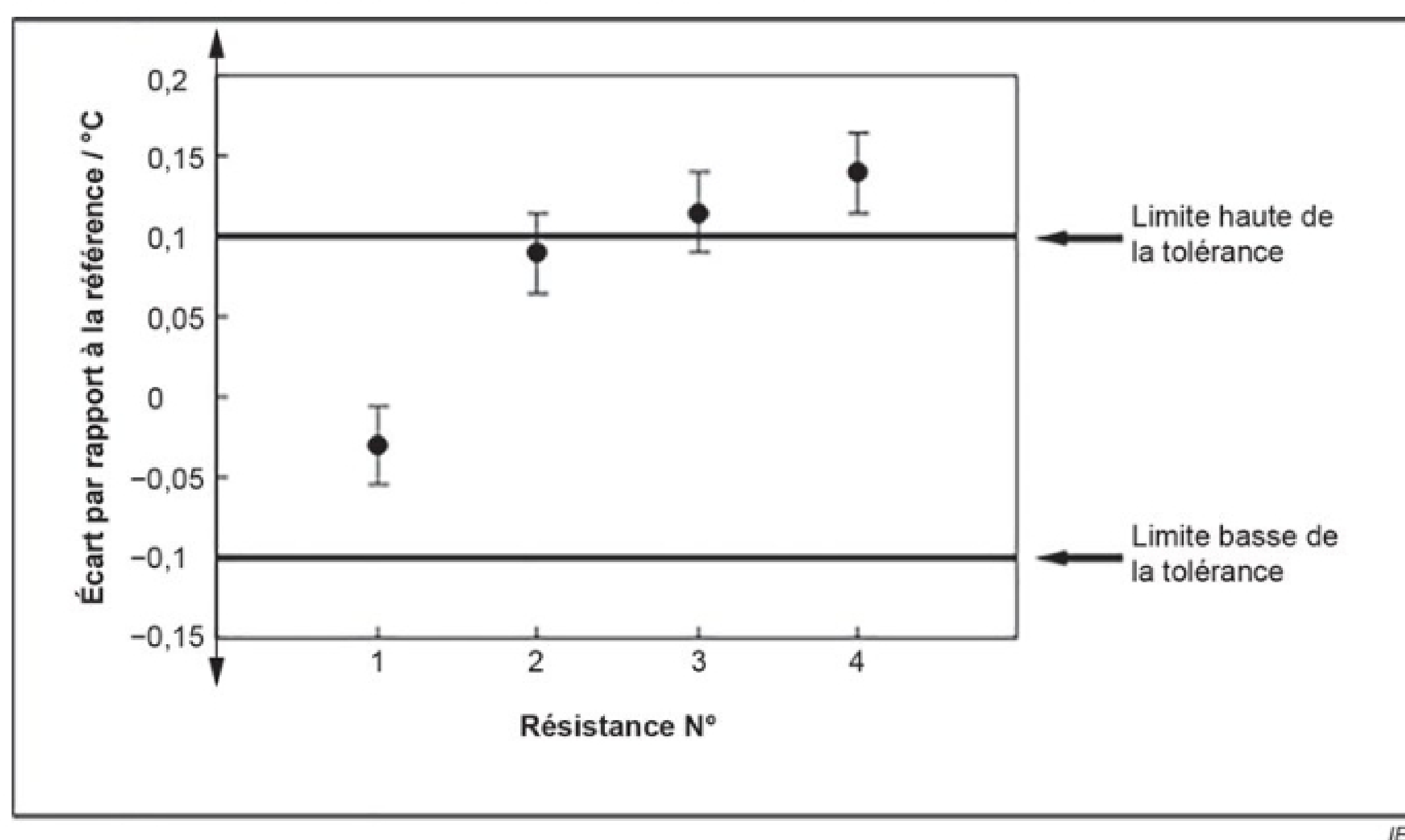
À titre d'exemple, les résistances numérotées de 1 à 4 à la Figure 2 représentent l'écart de la résistance des résistances de la classe de tolérance 0,1.

Les critères de choix pour le fournisseur sont les suivants: l'écart de température équivalent calculé par l'écart de la résistance de la fonction entre la résistance nominale et la température plus l'incertitude élargie de mesure doit se situer entièrement dans la bande de tolérance correspondante qui est représentée par la résistance 1 à la Figure 2.

Les critères de rejet pour l'utilisateur sont les suivants: lors du contrôle d'entrée, la valeur de tolérance n'est pas satisfaite. Le résultat de mesure indique que l'écart plus l'incertitude élargie de mesure se situent entièrement en dehors de la bande de tolérance, ce qui est représenté par la résistance 4 à la Figure 2.

En ce qui concerne les résistances 2 et 3, dont une partie de l'intervalle d'incertitude élargie se situe en dehors de la bande de tolérance, l'utilisateur peut interroger le fournisseur sur le mesurage d'essai de la résistance de platine particulière.

NOTE Pour les lignes directrices relatives à la sélection, se référer à la bibliographie [2].



Les exemples présentés concernent la classe de tolérance 0,1. Les limites font partie de la bande de tolérance.

Figure 2 – Exemples de résultats d'essai pour le choix ou le rejet de résistances de platine

6.3 Essais individuels de production pour les thermomètres

6.3.1 Essai d'acceptation de la tolérance

Les fournisseurs doivent garantir que les résistances de platine de la classe de tolérance appropriée ont été utilisées pour leurs thermomètres. Les thermomètres de classes de tolérance A et de meilleures classes (voir 5.2) doivent être soumis à l'essai pour l'exactitude de la résistance à un point de température dans la plage allant de -5 °C à +30 °C. Tous les critères de sélection sont identiques à ceux donnés en 6.2.1.

6.3.2 Résistance d'isolement à température ambiante

La résistance d'isolement entre chaque borne et la gaine doit être soumise à l'essai avec une tension d'essai d'au moins 100 V en courant continu.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 100 MΩ.

Pour les thermomètres ayant plusieurs circuits de mesure, le même essai doit être réalisé aux bornes de chaque circuit.

6.3.3 Essai d'intégrité de la gaine

6.3.3.1 Généralités

L'intégrité de la gaine et de toutes les soudures de fermeture doit être soumise à l'essai en règle générale par des moyens appropriés: soit par une méthode d'essai appropriée non mentionnée dans le présent document, soit par une méthode indiquée dans le présent document. Pour des applications particulières, les essais d'intégrité de la gaine peuvent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur. Des exemples d'essais d'intégrité appropriés communément acceptés sont donnés de 6.3.3.2 à 6.3.3.5.

6.3.3.2 Essai de trempe dans l'eau

Le thermomètre doit être soumis à une température minimale de 300 °C pendant une durée d'au moins 5 min puis immédiatement plongé dans de l'eau à température ambiante. La résistance d'isolement doit ensuite être mesurée tandis que le thermomètre est immergé. La résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences de 6.3.2.

6.3.3.3 Essai de pression sous azote

Le thermomètre doit être soumis à une pression externe d'au moins 2,5 MPa pendant près de 30 s dans de l'azote, puis il doit être immédiatement immergé dans de l'eau ou de l'alcool. Aucun chapelet de bulles ne doit échapper de la soudure.

6.3.3.4 Essai à l'azote liquide

Le thermomètre doit être immergé dans de l'azote liquide jusqu'à ce que sa température se stabilise, puis il doit être immédiatement immergé dans de l'eau ou de l'alcool. Aucun chapelet de bulles ne doit échapper de la soudure. Cet essai est recommandé uniquement pour des thermomètres qui peuvent être utilisés à une température allant jusqu'à –196 °C ou –200 °C.

6.3.3.5 Essai d'étanchéité à l'hélium

L'essai d'étanchéité à l'hélium doit être mentionné comme étant complémentaire à l'essai d'intégrité. Les informations détaillées de cet essai peuvent être déterminées par un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

6.3.4 Essai dimensionnel

Dans le cas où le thermomètre fabriqué est couvert par le domaine d'application de l'IEC 61152, le diamètre extérieur et la rectitude doivent être soumis à l'essai afin de satisfaire aux exigences de l'IEC 61152.

6.4 Essais de type pour les résistances de platine

6.4.1 Tolérances

Les valeurs de tolérance pour la classe de tolérance spécifiée doivent être conformes sur la totalité de la plage de températures de validité. Le nombre de mesurages nécessaires à ces essais dépend de la plage de températures et de la classe de tolérance et doit inclure les limites haute et basse de la plage de températures déclarée. Pour la prise en considération de l'incertitude, se référer au 6.2.1.

6.4.2 Stabilité à la température limite haute

La résistance de platine doit être soumise à sa température limite haute déclarée pendant 1 000 h dans l'air. La dérive de la résistance ($R_{0, \text{Fin de l'essai}} - R_{0, \text{Début de l'essai}}$) doit être convertie en température et ne doit pas dépasser la valeur de tolérance à 0 °C pour la classe de tolérance applicable.

6.4.3 Autoéchauffement

Le coefficient d'autoéchauffement doit être évalué à une température comprise entre 0 °C et 30 °C dans un flux d'air de vitesse $(3 \pm 0,3)$ m/s ou dans de l'eau en circulation de vitesse $(0,3 \pm 0,1)$ m/s. L'autoéchauffement dans les conditions mentionnées ci-dessus ne doit pas être supérieur à 25 % de la valeur de tolérance de la classe de tolérance déclarée et au courant de mesure maximal déclaré. Les conditions d'essai appliquées doivent être déclarées.

6.5 Essais de type pour les thermomètres

6.5.1 Tolérances

Les valeurs de tolérance pour la classe de tolérance spécifiée doivent être conformes sur la totalité de la plage de températures de validité. Le nombre de mesurages nécessaires à ces essais dépend de la plage de températures et de la classe de tolérance et doit inclure les limites haute et basse de la plage de températures déclarée.

NOTE La tolérance est étroitement liée à l'essai d'acceptation. Les critères d'acceptation sont décrits en 6.2.1 du présent document.

6.5.2 Stabilité à la température limite haute

Le thermomètre doit être soumis à sa température limite haute déclarée pendant au moins 4 semaines (672 h) dans l'air en continu. La dérive de la résistance ($R_{0, \text{Fin de l'essai}} - R_{0, \text{Début de l'essai}}$) doit être convertie en température et doit se situer dans la bande de tolérance de la classe de tolérance déclarée. La spécification de la résistance d'isolement du 6.5.4 doit être respectée après l'exposition.

6.5.3 Autoéchauffement

La procédure à appliquer pour cet essai doit être la même que celle spécifiée pour les résistances de platine en 6.4.3 et la même condition d'évaluation doit être appliquée.

6.5.4 Résistance d'isolement à température élevée

La résistance d'isolement doit être soumise à l'essai, le thermomètre étant à la température maximale assignée sur au moins la profondeur d'immersion minimale et à la tension d'essai minimale de 10 V en courant continu. La résistance d'isolement entre chaque borne et la gaine ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Résistance d'isolement minimale des thermomètres à la température maximale

Température maximale assignée	Résistance d'isolement minimale
°C	MΩ
Jusqu'à 250	20
251 à 450	2
451 à 650	0,5
651 à 850	0,2

6.5.5 Temps de réponse thermique

Le temps de réponse thermique T dans l'eau en circulation à la vitesse de $(0,3 \pm 0,1)$ m/s ou dans un flux d'air à la vitesse de $(3 \pm 0,3)$ m/s doit être enregistré. Pour spécifier le temps de réponse, il est nécessaire de déclarer le pourcentage de réponse, généralement $T_{0,9}$, $T_{0,63}$, $T_{0,5}$ ou $T_{0,1}$, qui donne le temps jusqu'à ce que le thermomètre atteigne 90 %, 63,2 %, 50 % ou 10 % d'une variation échelonnée en température, respectivement. Le milieu d'essai et ses conditions de débit doivent être spécifiés (généralement de l'eau en circulation ou un flux d'air).

6.5.6 Effet thermoélectrique

Le thermomètre doit être immergé dans un environnement à température uniforme de la plus haute température déclarée de la classe de thermomètre. L'immersion dans laquelle la f.é.m.

induite aux bornes du thermomètre atteint son maximum doit être trouvée. Avec cette condition, le courant continu maximal admissible doit être appliqué pour obtenir la résistance R_n en mesurant la tension continue aux bornes. Le courant doit ensuite être inversé pour obtenir R_p . L'écart de température équivalent calculé par la différence entre R_n et R_p ne doit pas dépasser la valeur de tolérance de la classe de tolérance déclarée dans le Tableau 2. Les bornes doivent être maintenues à température ambiante pendant toute la durée du processus.

6.5.7 Effet du cyclage en température

Le thermomètre doit être porté avec précautions à la limite haute de sa plage de températures puis exposé à l'air à la température ambiante. Il doit être ensuite porté lentement à la limite basse de sa plage de températures et exposé à nouveau à l'air à la température ambiante. À chacune des températures extrêmes, le thermomètre doit être immergé au moins sur sa profondeur d'immersion minimale déclarée et doit être maintenu à cette température suffisamment longtemps pour que l'équilibre soit atteint. Si la plage de températures du thermomètre se situe en dehors de la température ambiante, le cycle d'essai doit être effectué sans exposition à la température ambiante.

Après 10 cycles entre les limites de températures haute et basse, la dérive mesurée de la résistance ($R_{0, \text{Fin de l'essai}} - R_{0, \text{Début de l'essai}}$) doit être convertie en température et doit se situer dans la bande de tolérance respective de la classe.

6.5.8 Effet d'hystérésis

La résistance du thermomètre doit être mesurée au milieu de la plage de températures après l'exposition à une température limite basse de la plage de températures. La résistance doit alors à nouveau être mesurée à la même température au milieu de la plage de températures après exposition du thermomètre à une température limite haute de la plage de températures. La différence de température entre ces deux mesurages ne doit pas être supérieure à la valeur de la tolérance à la température d'essai pour la classe de tolérance applicable. Pour les deux mesurages, il est important que le thermomètre passe directement des limites de la plage de températures à la température du milieu de la plage. Par exemple, pour un thermomètre dont la plage est comprise entre 0 °C et 400 °C, cette condition d'essai est interprétée comme suit: le thermomètre doit passer de 0 °C à 200 °C, puis de 200 °C à 400 °C et enfin de 400 °C à 200 °C sans refroidissement en dessous de 200 °C pendant cette dernière étape.

NOTE L'hystérésis telle que définie dans l'IEC 61298-1 peut être appliquée aux thermomètres par la méthode décrite ici.

6.5.9 Profondeur d'immersion minimale

Le thermomètre doit être immergé dans de l'eau à une température d'au moins 85 °C à la même profondeur que celle utilisée pour l'essai d'acceptation de la tolérance, la température des bornes du thermomètre étant proche de la température ambiante. Le thermomètre doit alors être extrait pas à pas de l'eau jusqu'à ce que la résistance change d'une amplitude qui correspond à une variation de température de 0,1 °C. Cette profondeur d'immersion doit être déclarée comme étant la profondeur d'immersion minimale.

6.6 Essais de type complémentaires pour les thermomètres

6.6.1 Généralités

Pour des applications particulières, des essais de type spéciaux peuvent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur. Les paragraphes 6.6.2 à 6.6.7 décrivent certains exemples types.

6.6.2 Capacité électrique

La capacité électrique entre une borne et la gaine à la fréquence de 1 kHz doit être consignée.

6.6.3 Inductance

L'inductance de chaque circuit de résistance de platine à la fréquence de 1 kHz doit être consignée.

6.6.4 Rigidité diélectrique

Une tension d'essai de 500 V en courant alternatif doit être appliquée entre un circuit de mesure et la gaine du thermomètre pendant 1 min. Pendant ce temps, aucun claquage ne doit se produire. Pour les thermomètres ayant plusieurs circuits de mesure, le même essai doit être réalisé aux bornes de chaque circuit.

6.6.5 Essai de vibrations

Des essais de vibrations peuvent être effectués pour les thermomètres utilisés dans un environnement spécifique avec d'éventuelles vibrations. Le thermomètre doit être monté tel qu'il sera installé. Les méthodes d'essai doivent satisfaire à l'IEC 60068-2-6. Les paramètres tels que la plage de fréquences et l'accélération forcée de la vibration doivent être déterminés par accord entre l'utilisateur et le fournisseur. Le thermomètre soumis à l'essai doit être conforme à toutes les exigences électriques et mécaniques du présent document.

6.6.6 Essai de chute

Cet essai est destiné à révéler toutes les faiblesses de construction. Le thermomètre, complété le cas échéant avec sa coiffe, doit être tenu avec son axe longitudinal en position horizontale puis lâché dix fois d'une hauteur de 250 mm sur une plaque d'acier de 6 mm d'épaisseur posée sur un plancher rigide. Le thermomètre doit être inspecté pour rechercher des dommages mécaniques. Il doit aussi être soumis à l'essai pour assurer le maintien de sa conformité aux exigences de résistance d'isolement de 6.3.2 et le maintien de la continuité électrique.

6.6.7 Soudures à froid

L'essai doit être effectué pour vérifier que la lecture du thermomètre ne doit pas être influencée par l'humidité dans l'environnement où il est utilisé. La méthode d'essai et la validation doivent être conformes au 5.3.1.5 de l'IEC 61515:2016 (Essai d'immersion des soudures à froid). Il est recommandé d'effectuer un cycle thermique des thermomètres en fonction de la plage d'application avant d'effectuer l'essai. Les thermomètres avec blocs thermiques ne doivent pas être montés pour cet essai.

7 Informations mises à disposition par le fournisseur

7.1 Généralités

Les fournisseurs doivent conserver les informations relatives à leurs produits afin que les utilisateurs puissent en disposer en cas de besoin. Les éléments figurant en 7.2 et 7.3 sont des informations types.

7.2 Applicable aux résistances

- Résultats de tous les essais de type spécifiés,
- Longueur des deux liaisons,
- Résistance linéaire des liaisons en Ω/mm ,
- Coefficient de température de la résistance des liaisons,
- Matériau des liaisons.

7.3 Applicable aux thermomètres

- Résultats de tous les essais de type spécifiés,
- Longueur sensible à la température et position de la résistance de platine,
- La résistance ohmique des fils de connexion interne et leur coefficient de température doivent être mis à disposition pour les configurations à 2 fils, lorsque la résistance des fils de connexion interne est égale ou supérieure à la valeur de tolérance à la température maximale assignée dans la classe de tolérance applicable.

Annexe A
(informative)

Tableau numérique

Tableau A.1 – Relation entre la température et la résistance
au-dessous de 0 °C; R0 = 100,00 Ω

<i>t</i> ₉₀ /°C	Résistance en ohms à la température <i>t</i> ₉₀ /°C										<i>t</i> ₉₀ /°C
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	
-200	18,52										-200
-190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38	18,95	-190
-180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68	23,25	-180
-170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95	27,52	-170
-160	35,54	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18	31,76	-160
-150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38	35,96	-150
-140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56	40,14	-140
-130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70	44,29	-130
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83	48,42	-120
-110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93	52,52	-110
-100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01	56,60	-100
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07	60,66	-90
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70	-80
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73	-70
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73	-60
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12	76,73	-50
-40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70	-40
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67	-30
-20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62	-20
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55	-10
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48	0

Tableau A.2 – Relation entre la température et la résistance au-dessus de 0 °C; $R_0 = 100,00 \, \Omega$

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Résistance en ohms à la température $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51	0
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40	10
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29	20
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15	30
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01	40
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86	50
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69	60
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52	70
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33	80
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13	90
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91	100
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69	110
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,46	120
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21	130
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95	140
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68	150
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40	160
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11	170
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80	180
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12	175,49	190
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16	200
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82	210
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47	220
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11	230
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74	240
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35	250
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95	260
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55	270
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13	280
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70	290
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25	300
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80	310
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33	320
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85	330
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37	340
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87	350
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35	360
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83	370
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29	380

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Résistance en ohms à la température $t_{90}/^{\circ}\text{C}$										$t_{90}/^{\circ}\text{C}$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75	390
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19	400
410	250,53	250,88	251,22	251,56	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62	410
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04	420
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44	430
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84	440
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22	450
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60	460
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96	470
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31	480
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64	490
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97	500
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29	510
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59	520
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88	530
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16	540
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43	550
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69	560
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93	570
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16	580
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39	590
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	316,60	600
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80	610
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98	620
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16	630
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32	640
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48	650
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	335,62	660
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75	670
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	341,87	680
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97	690
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07	700
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15	710
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	354,22	720
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	357,28	730
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	360,33	740
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	363,37	750
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	366,40	760
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	369,41	770
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	372,41	780
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	375,41	790

<i>t</i> ₉₀ /°C	Résistance en ohms à la température <i>t</i> ₉₀ /°C										<i>t</i> ₉₀ /°C
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
800	375,70	376,00	376,30	376,60	376,90	377,19	377,49	377,79	378,09	378,39	800
810	378,68	378,98	379,28	379,57	379,87	380,17	380,46	380,76	381,06	381,35	810
820	381,65	381,95	382,24	382,54	382,83	383,13	383,42	383,72	384,01	384,31	820
830	384,60	384,90	385,19	385,49	385,78	386,08	386,37	386,67	386,96	387,25	830
840	387,55	387,84	388,14	388,43	388,72	389,02	389,31	389,60	389,90	390,19	840
850	390,48										850

Bibliographie

- [1] ISO/IEC Guide 98-3:2008, *"Incertitude de mesure – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)"* <https://www.iso.org/standard/50461.html>
 - [2] ILAC-G8:09/2019, *Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity*
 - [3] *Échelle Internationale de Température de 1990 (EIT-90); Metrologia 27, 3-10 (1990)*
 - [4] IEC 61298-1, *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances – Partie 1: Généralités*
-