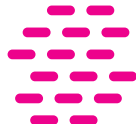




teplota



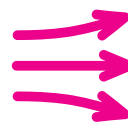
vlhkost



CO₂



hladina



proudění



poloha

konstrukční příručka



SENSIT

extend your senses

Motto: Teplota je po čase, váze a rozměru čtvrtou nejčastěji měřenou fyzikální veličinou.

Vážení uživatelé této konstrukční a uživatelské příručky.

Dostává se Vám do ruky materiál, který ve svých počátcích vznikl z potřeby zachovat v písemné podobě zkušenosti z nasazení a provozu odporových snímačů teploty společnosti SENSIT s.r.o. (dále jen Sensit) a poskytnout uživatelům podklady usnadňující orientaci v jejich aplikacích. Takto vzniklé první vydání Konstrukční příručky bylo posléze doplňováno nejen o další zkušenosti, ale i o informace nejčastěji požadované zákazníky. Těší nás, že s přibývajícím počtem uživatelů Konstrukční příručky přichází jako zpětné vazby další náměty a požadavky na její rozšíření, a to zejména z oblasti teoretické. Informace, které jsou v této Konstrukční příručce obsaženy, mohou velmi dobře posloužit zejména novým projektantům nebo montážním firmám při výběru vhodného typu teplotního čidla a následně i snímače teploty při návrhu a realizaci projektu. Stejně dobře však mohou tyto informace posloužit všem, kteří o měření teploty něco slyšeli a chtějí se dozvědět, jakými prostředky se tato fyzikální veličina nejčastěji měří a na co si dát při jejím měření pozor.

Konstrukční příručka se tak dnes stává nejen souhrnem zkušeností, pravidel a zásad aplikace snímačů teploty, ale i informací, kterých lze úspěšně využít i k výuce na školách třetího stupně.

Terminologie příručky se snaží důsledně držet normy ČSN EN 60751, platné od 1.6.2009. (Platnost předcházející normy ČSN IEC 751 skončila 1.8.2011). V případech, kdy je zvykem používat jiné názvy a nebo vztahy, jsou uvedeny i tyto.

9. vydání Konstrukční příručky vydává Sensit po roce a půl od 8. vydání a to vzhledem ke značnému zájmu o tento materiál. Obsah je doplněn o informace, o kterých jsou autoři přesvědčeni, že dosud v Příručce chyběly.

Vedení společnosti SENSIT s.r.o. bude vděčné za jakékoliv věcné připomínky k této Konstrukční příručce. Všechny akceptovatelné příspěvky budou zahrnuty do dalšího vydání, popřípadě dále diskutovány. Vaše zprávy očekáváme na e-mailové adrese obchod@sensit.cz s předmětem Příručka.

© RNDr. Jan Janíček

Obsah

Obsah.....	2
Trocha teorie nikoho nezabije	4
Základní rozdělení snímačů teploty Sensit	6
Teplotní rozsahy.....	7
Názvosloví.....	8
Rozdělení odporových snímačů teploty	14
Zapojení odporových snímačů teploty	15
Provedení čidel teploty.....	16
Vlastnosti snímačů teploty	21
Převodníky teploty na definovaný výstupní signál	26
Digitální integrovaná čidla teploty	27
Kalibrace snímačů teploty.....	29
Poruchy snímačů teploty a jejich příčiny	29
Montáž, obsluha a údržba snímačů teploty	31
Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód).....	36
Specifikace snímače teploty	38
Segmenty aplikací odporových snímačů teploty Sensit.....	41
Čidla teploty Pt 100, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	45
Čidla teploty Pt 100, $\alpha = 3,91 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	48
Čidla teploty Pt 500, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	50
Čidla teploty Pt 1000, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	53
Čidla teploty Ni 891	57
Čidla teploty Ni 1000, $\alpha = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	59
Čidla teploty Ni 1000, $\alpha = 6,18 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	61
Čidla teploty Ni 2226	63
Čidla teploty KTY 81/xyz.....	66
Čidlo teploty NTC 1k0; $B_{25/85} = 3528$	68
Čidlo teploty NTC 2k0; $B_{25/85} = 3552$	69
Čidlo teploty NTC 2k0; $B_{25/85} = 3625$	70
Čidlo teploty NTC 2k7; $B_{25/85} = 3977$	71
Čidlo teploty NTC 3k0; $B_{25/85} = 3960$	72
Čidlo teploty NTC 3k0; $B_{25/85} = 3974$	73
Čidlo teploty NTC 3k3; $B_{25/85} = 2880$	74
Čidlo teploty NTC 4k7; $B_{25/85} = 3977$	75
Čidlo teploty NTC 5k0; $B_{25/85} = 3480$	76
Čidlo teploty NTC 5k0; $B_{25/85} = 3988$	77
Čidlo teploty NTC 6k8; $B_{25/85} = 3977$	78
Čidlo teploty NTC 10k; $B_{25/85} = 3435$	79
Čidlo teploty NTC 10k; $B_{25/85} = 3977$	80
Čidlo teploty NTC 12k; $B_{25/85} = 3740$	81
Čidlo teploty NTC 20k; $B_{25/85} = 4263$	82
Čidlo teploty NTC 22k; $B_{25/85} = 3740$	83
Čidlo teploty NTC 68k; $B_{25/85} = 4190$	84
Čidlo teploty NTC 100k; $B_{25/85} = 4190$	85
Termočláňkové snímače typ J	87
Termočláňkové snímače typ K.....	89
Unifikovaný signál 4 – 20 mA (převodníky teplota – proud).....	91
Unifikovaný signál 0 – 10 V (převodníky teplota – napětí).....	94

Časté dotazy	96
Použitá literatura	97
Místo pro poznámky	98

Trocha teorie nikoho nezabije

(tuto kapitulu je možno přeskočit)

Teplota je jednou ze 7mi základních veličin mezinárodní soustavy jednotek SI. Teplota je rovněž jednou ze stavových veličin, které popisují stav systému. Je-li systém v rovnovážném stavu, dá se říci, že teplota je mírou vnitřní energie systému (energie kmitavého pohybu atomů, energie pohybu volných elektronů). U systému v nerovnovážném stavu je pak teplota mírou vnitřní energie v místě měření. Pro veličinu teploty musela být stanovená teplotní stupnice. Základem teplotní stupnice je termodynamická teplota T , která se měří v kelvinech (K). Ačkoli se zdá, že teplota může být jakkoli vysoká, má svoje určité hranice (závislé na systému, ke kterému se vztahuje). Zdola je teplota ohraničena tzv. absolutní nulou, která byla vzata jako počátek – nula v Kelvinově termodynamické stupnici. Je to stav, kdy v systému ustane jakýkoliv pohyb elementárních částic, systém má nulovou vnitřní energii. Termodynamická teplota je stanovena podle určitých závislostí: Stavové rovnice ideálního plynu, účinnosti Carnotova vratného cyklu a Planckova vyzařovacího zákona. Jeden Kelvin je pak definován jako 273,16tý díl rozdílu mezi termodynamickou teplotní nulou (absolutní nulou) a teplotou trojného bodu vody (trojný bod vody udává ve fázovém diagramu teplotu a tlak, při kterém jsou v rovnováze současně všechny tři fáze vody: pevná – led, kapalná – voda a plynná – nasycená vodní pára). Kromě termodynamické teploty T se v praxi podstatně častěji používá Celsiova teplota t , která se udává ve stupních Celsia ($^{\circ}\text{C}$). Vztah mezi termodynamickou a Celsiovou teplotou udávají rovnice:

$$T \text{ (K)} = T_0 + t = 273,16 + t \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$
$$t \text{ (}^{\circ}\text{C)} = T - T_0 = T \text{ (K)} - 273,16$$

Je-li rozdíl dvou teplot 1K, je přesně roven i 1°C .

V anglosaských zemích se dosud ještě běžně používá Fahrenheitova teplotní stupnice jejíž jednotka je 1 stupeň Fahrenheita ($^{\circ}\text{F}$) a jejíž vztah k Celsiově stupnici je dán rovnicemi:

$$t \text{ (}^{\circ}\text{F)} = 1,8 \cdot t \text{ (}^{\circ}\text{C)} + 32$$
$$t \text{ (}^{\circ}\text{C)} = (t \text{ (}^{\circ}\text{F)} - 32) / 1,8$$

Je nutné mít stále na paměti definici, že pokud tok tepla mezi dvěma tělesy v kontaktu je roven nule, pak obě tělesa mají stejnou teplotu. A naopak, pokud dvě tělesa v kontaktu mají stejnou teplotu, je tok tepla mezi nimi roven nule – tělesa jsou v tepelné rovnováze. Toto je potřeba mít na zřeteli zejména při měření teploty povrchů a to jak planárních tak konkávních.

Teplu, jakožto druh energie, se šíří (přenáší) třemi způsoby:

1. Vedením (kondukcí)
2. Prouděním (konvekcí)
3. Sáláním (radiací).

přičemž přenos tepla vedením a prouděním se může odehrávat pouze v hmotném prostředí a jeho principem je předávání kmitavé kinetické energie atomů mezi atomy hmoty a to tak dlouho, dokud nedojde k vyrovnání vnitřních energií – kinetická energie kmitajících atomů je stejná.

Na rozdíl od vedení a proudění se přenos tepla sáláním může odehrávat i v bezhmotném prostředí – ve vakuu – protože se jedná o přenos energie elektromagnetickým vlněním a to v infračervené oblasti. Původ elektromagnetického vlnění je ve vnitřní stavbě atomů

látky, která teplo vyzařuje. Teplem excitované (vybuzené) elektrony jednotlivých atomů přechází z vyšších (vysokoenergetických) oběžných drah na nižší (nízkoenergetické), přičemž rozdíl energetického potenciálu jednotlivých oběžných drah vyzáří v podobě elektromagnetického (v tomto případě infračerveného) záření. Vyzařováním infračerveného záření vyzařující těleso chladne, naopak těleso, na které infračervené záření dopadá, energii přijímá (pohlcuje) a otepluje se. Těleso je v tepelné rovnováze, pokud množství vyzářené tepelné energie je rovno množství pohlcené tepelné energie.

Poznámka: každé těleso, které má vyšší teplotu než absolutní nulu, je zdrojem infračerveného záření.

Teplota je jedna z několika veličin, které se nedají měřit přímo, ale pouze pomocí jiných fyzikálních veličin. Měření teploty je měření nepřímé.

Vlastnosti různých předmětů se mění, mění-li se jejich teplota: s rostoucí teplotou se zvětšuje objem kapalin, roste délka kovové tyče, roste elektrický odpor kovového drátu, klesá odpor některých polovodivých látek, roste tlak plynu v uzavřeném objemu. Všechny tyto vlastnosti se používají ke konstrukci přístrojů, ukazujících výši teploty. Těmto měřičům teploty se říká **teploměry**, i když správně by se jim mělo říkat *teplotoměry*, protože měří teplotu a nikoliv teplo. Tato historicky daná nedůslednost asi nikdy nebude napravena a tak se měřičům teploty říká teploměry a měřičům tepla se říká měřiče tepla nebo kalorimetry.

Teploměry jsou většinou kompaktní zařízení na rozdíl od teploměrových zařízení, která se skládají ze snímače teploty a pomocných respektive vyhodnocovacích komponent.

Teploměry či snímače teploty využívají ke své funkci tyto fyzikální principy, k nimž patří jednoznačná teplotní závislost:

- Objemová roztažnost kapalin, plynů a pevných látek. U pevných látek se pak využívá ve specifickém geometrickém uspořádání jen jeden rozměr – délka.
V tomto případě hovoříme o
- délkové roztažnosti pevných látek
- Změna elektrického odporu kovů a polovodičů
- Termoelektrický jev
- Změna rezonančního kmitočtu krystalů
- Změna parametrů Braggovy vláknové mřížky
- Selektivní rozptyl světla a index lomu v kapalných krystalech
- Změna tlaku syté páry
- Tepelné záření

Nejpřesnější metrologickou metodou měření teploty, která je ale zároveň metodou technicky a časově velmi náročnou, je plynová termometrie, která vychází ze stavovské rovnice pro konstantní objem. Z tohoto důvodu byla v roce 1927 stanovena Mezinárodní praktická teplotní stupnice, která má po poslední úpravě v roce 1990 označení ITS-90. ITS-90 je teplotní stupnice postavená na 17ti pevně empiricky stanovených a definovaných bodech, které odpovídají rovnovážným stavům mezi fázemi vybraných chemických prvků a vody.

Následující kapitoly se budou zabývat měřením teploty prvky, využívající fyzikálního principu změny elektrického odporu kovu a polovodičů v závislosti na teplotě a změny termonapětí na teplotě.

Základní rozdělení snímačů teploty Sensit

Odporové snímače teploty využívají závislost změny elektrického odporu kovů a polovodičů na teplotě a patří v současnosti mezi nejrozšířenější prostředky pro měření teploty. Jsou hojně využívány ve všech odvětvích průmyslu např. ve strojírenství, v automobilovém průmyslu, v chemickém průmyslu, topenářství, při využití netradičních forem energií, v potravinářství atd. Dále se používají např. i jako etalony pro kalibraci dalších druhů snímačů či teploměrů. K jejich hlavním výhodám patří stabilita, přesnost a tvar signálu. Nespornou výhodou odporových snímačů teploty je možnost elektronického zpracování a archivování dat.

Odporové snímače teploty využívají závislost elektrického odporu materiálu na teplotě. Nejčastěji se k jejich výrobě využívá čistých kovových materiálů, jakými jsou platina, nikl, měď a nebo jejich slitiny. U těchto materiálů je změna odporu s teplotou přímo úměrná a přibližně kvadratická. U polovodičových a speciálních odporových snímačů je tomu jinak. Např. u termistorů NTC je závislost nepřímo úměrná a přibližně hyperbolická – se stoupající teplotou odpor klesá na rozdíl od termistorů PTC, tzv. pozistorů, Odpor pozistoru s růstem teploty nejprve mírně klesá, nad Curieovou teplotou poté prudce vzrůstá asi o 3 řády a pak opět mírně klesá. Úzkou oblast prudkého nárůstu elektrického odporu, která je jednou z charakteristik pozistoru, je možné chemickým složením vstupního materiálu ovlivňovat a vytvořit tak např. sadu prvků s odstupňovaným bodem prudkého nárůstu odporu (nejčastěji po 10 °C). Křivka závislosti v celém teplotním rozsahu pozistoru může mít jeden až tři inflexní body. Kvůli své strmosti teplotní závislosti se pozistory používají i jako vratné tepelné pojistky. Další využití mají ve spínacích obvodech s polovodičovými prvky nebo ve dvoustavových snímačích v řídicích systémech u vinutí elektrických motorů, transformátorů či ohřevu výkonových součástí.

Termoelektrického jevu – neboli vzniku elektromotorického napětí při styku dvou různých kovů a jeho závislosti na teplotě využívají termoelektrické snímače teploty zvané termočlánky.

Termočlánky jsou po odporových snímačích teploty druhými nejrozšířenějšími prvky pro měření teploty a prakticky jedinými prvky pro kontaktní měření teplot nad 800 °C. Na styku (spoji) dvou různých kovových vodičů vzniká rozdíl potenciálů úměrný teplotě spoje. Při uzavření obvodu spojením druhých konců vodičů a následným rozpojením jednoho z vodičů bude mezi konci tohoto rozpojeného vodiče termoelektrické napětí úměrné rozdílu teplot obou spojů. Jeho velikost závisí na materiálech jednotlivých vodičů. Termočlánek tedy představuje generátor napětí, jehož velikost závisí na materiálu, z něhož je zhotoveno, a na rozdílu teplot obou spojů, přičemž jeden spoj je spojením *měřícím* a druhý *srovnávacím*. Pro správnou funkci termočlánek jako měřidla je nezbytné, aby teplota srovnávacího spoje byla konstantní nebo známá (parazitní vliv termoelektrického napětí tohoto spoje se kompenzuje).

Historický vývoj termočláneků dospěl k několika dvojicím kovů, které se v současné době využívají v praxi. Technickými parametry a podmínkami nasazení se zabývají normy řady ČSN EN 60 584 (květen 2014). Typy, značení a teplotní rozsahy termočláneků jsou uvedeny v tabulce č.1.

Označení podle ČSN EN 60 584	Složení vodičů		Měřicí rozsah [°C]	Poznámka
	Kladný vodič	Záporný vodič		
R	PtRh13	Pt	-50 až +1768	Platina-platinarhodium13
S	PtRh10	Pt	-50 až +1768	Platina-platinarhodium10
B	PtRh30	PtRh6	0 až +1820	Platinarhodium-platinarhodium
J	Fe	CuNi	-210 až +1200	Železo-konstantan
T	Cu	CuNi	-270 až +400	Měď-konstantan
E	NiCr	CuNi	-270 až +1000	Chromel- konstantan
K	NiCr	NiAl	-270 až +1300	Chromel-alumel
N	NiCrSi	NiSi	-270 až +1300	Nicrosil-nisil
C	WRe5	WRe26	0 až +2315	Wolfram; Rhenium
A	WRe5	WRe20	0 až 2500	Wolfram; Rhenium

Tab. 1 – Typy, značení a teplotní rozsahy termočlánků

Teplotní rozsahy

Teplotní rozsah každého snímače teploty je dán společným průnikem rozsahů teplot teplotního čipu, materiálu pouzdra, materiálů použitých pro montáž (pájka, zalévací hmoty, plnicí hmoty, izolační hmoty, distanční vložky apod.) a přívodního kabelu, resp. konektoru.

Typ čidla	Teplotní rozsah (°C)	poznámka
platina	-200 až +900	
nikl	-70 až + 250	
měď	-50 až +150	
NTC	-50 až 150	Typický rozsah. Speciální termistory až do 400 resp.600
KTY	-55 až +125	
Dallas	-10 až +85	
termočlánek K	-270 až 1300	
termočlánek J	-210 až 1200	
termočlánek S	-50 až 1768	
termočlánek C	0 až 2315	
termočlánek A	0 až 2500	

Tab. 2 – teplotní rozsahy jednotlivých teplotních čidel (měřících elementů)

Typ izolace (pracovní název)	Teplotní odolnost (°C)	poznámka
PVC	-30 /+70	
Extrudovaný PVC	-40 /+105	
silikon	-60 /+180	
Silikon - teflon	-60 /+200	
PTFE	-180 /+260	
Skelný opleť LTG	-50 /+400	

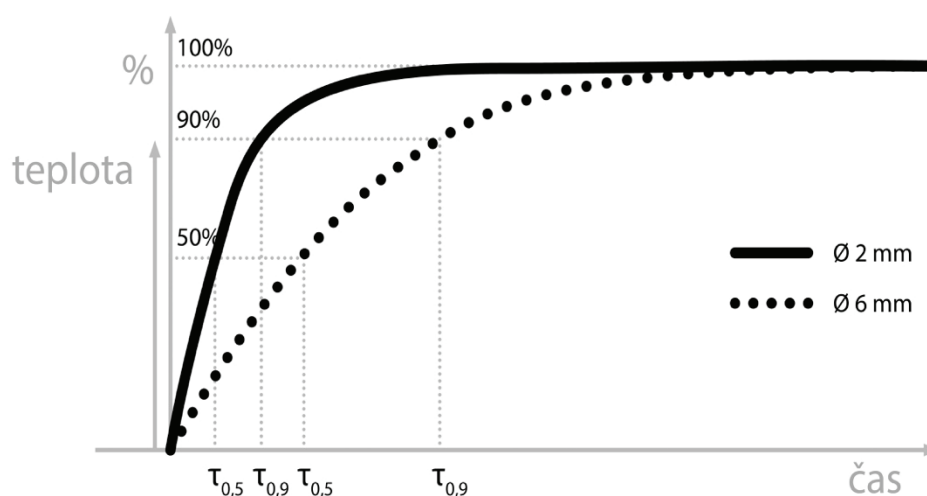
Tab. 3 – Teplotní odolnost kabelů podle typu izolace

Názvosloví

(řazeno abecedně)

Curieův bod nebo **Curieova teplota** (T_c) je charakteristická vlastnost feromagnetických, feroelektrických a piezoelektrických látek, kterou popsal francouzský fyzik Pierre Curie. Nad Curieovou teplotou ztrácí látka své feromagnetické, feroelektrické či piezoelektrické vlastnosti. Těto vlastnosti se využívá u pozistorů – termistorů PTC.

Doba odezvy $\tau_{0,5}$ ($\tau_{0,9}$) – časová konstanta snímače – udává čas, za který dosáhne výstupní signál 50% (90%) konečné hodnoty (ustáleného stavu), změní-li se teplota skokem. Je závislá na rozměrech, materiálu a hmotnosti snímače a na prostředí, ve kterém je teplota měřena (např. voda, vzduch) a na rychlosti jeho proudění. Grafické znázornění doby odezvy u snímačů teploty dvou různých průměrů pouzdra je na obr.1



Obr. 1 – Grafické znázornění termínu „doba odezvy“

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) je vlastnost elektronického přístroje (převodníku, spínače, ukazatele teploty) spočívající v tom, že neovlivňuje svým elektromagnetickým polem jiný elektronický přístroj včetně sebe samotného a že odolává působení elektromagnetických polí ostatních přístrojů. Dělí se tedy na dvě podkategorie: jak takový přístroj ruší své okolí a jak je jím rušen.

Etalon – obecně: etalon měřící jednotky nebo stupnice určité veličiny je měřidlo sloužící k realizaci a uchování této jednotky nebo stupnice a k jejímu přenosu na měřidla nižší přesnosti.

Hystereze snímače teploty – je vlastnost odporových snímačů teploty, kdy hodnoty elektrického odporu měřené při rovnoměrně stoupající teplotě z teploty t_1 do teploty t_2 jsou jiné, než hodnoty elektrického odporu měřené při rovnoměrně klesající teplotě z teploty t_2 do teploty t_1 (t_1, t_2 udávají měřící rozsah snímače).

Chyba absolutní – Δ – je rozdíl mezi hodnotou skutečnou a hodnotou naměřenou a je závislá na mnoha faktorech, z nichž některé nelze minimalizovat.

Chyba relativní – δ – je podíl chyby absolutní a naměřené hodnoty. Představuje absolutní chybu vztahenou k jednotce měřené veličiny. Násobena 100 vyjadřuje chybu v %.

Chyba systematická zkresluje výsledek měření zcela určitým způsobem a pravidelně, což se projevuje zejména tím, že vede k hodnotám trvale vyšší nebo trvale nižší, než je hodnota správná. Příčinami systematické chyby mohou být použité metody měření, použité měřicí přístroje popřípadě lidé, kteří měření provádí (tzv. chyba osobní).

Příklad: nezanedbatelnou systematickou chybou je zatíženo měření teploty příloženými snímači teploty. Naměřená hodnota je nižší než hodnota skutečná a existuje nepřímá úměra mezi chybou měření a průměrem trubky, ke které je snímač teploty připevněn.

Inflexní bod na křivce je bod, ve kterém křivost mění znaménko z kladného na záporné nebo naopak (křivka se mění z konkávní na konvexní a naopak).

ITS 90 – mezinárodní teplotní stupnice. Definuje jednotku termodynamické teploty (**T**) – Kelvin [**K**] jako $1/273,16$ termodynamické teploty trojného bodu vody. Současně definuje i teplotu (**t**) ve stupních Celsia [**°C**] jako

$$t [^{\circ}\text{C}] = T[\text{K}] - 273,15$$

Dále definuje dalších 16 empiricky stanovených teplotních bodů, které odpovídají rovnovážným stavům mezi fázemi (pevná, tekutá, plynná) vybraných prvků (H_2 , He, Ne, O_2 , Ar, Hg, Ga, In, Sn, Zn, Al, Ag, Au, Cu).

Izolační odpor je elektrický odpor měřený mezi libovolnými částmi elektrického obvodu (teplotního čidla, přívodních kabelů) a pláštěm – pouzdrem, při definované teplotě a se stanoveným měřicím (střídavým nebo stejnosměrným) napětím.

Jouleovo teplo – vzniká průchodem elektrického proudu elektrickým odporem a je úměrné druhé mocnině tohoto proudu. Je příčinou samoohřevu teplotního čidla a způsobuje kladnou systematickou chybu měření.

Kompenzační vedení – slouží pro propojení termočlátku s měřicím přístrojem a jeho větve jsou zhotoveny z jiných materiálů (slitin kovů), než ze kterého jsou větve termočlátku. Větve kompenzačního vedení na spojích s větvemi termočlátku nevytváří další – parazitní - termočlánek. Používá se případech, kdy materiál větvi termočlátku je cenově drahý a použití *prodlužovacího vedení* by cenově zatížilo aplikaci. Teplota spojů kompenzačního vedení s termočlátkem nesmí překročit $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a elektrický odpor kompenzačního vedení musí být do $100\text{ }\Omega$.

Kovové čidlo teploty – je odporové čidlo teploty, využívající k měření teploty závislost elektrického odporu kovu na teplotě. Kovem může být platina, nikl nebo měď a čidlo může být vinuté nebo tenkovrstvé.

Kovové čidlo teploty vinuté – je tvořeno tenkým kovovým drátkem (Pt, Ni nebo Cu) daného elektrického odporu, který je rovnoměrně namotán na keramický váleček a následně fixován a pasivován keramickou vrstvou. Méně časté je provedení, kdy tenký drátek je namotán do spirály, která je zasunuta do keramické kapiláry.

Kovové čidlo teploty tenkovrstvé – viz. Teplotní (odporový) čip.

Kovový odporový snímač teploty – je odporový snímač s kovovým čidlem teploty.

Kritická teplota technologického procesu je hodnota teploty, jejíž dodržení má zásadní vliv na kvalitu procesu a tudíž i na kvalitu výsledného produktu.

Kryogenní teplota – obecně teplota pod bodem mrazu. Rozdělení a terminologie kryogenních teplot není jednoznačná. V kryotechnice se častěji než Celsiova stupnice využívá stupnice Kelvinova. Běžné kryogenní teploty do 120 K (-150 °C), nízké kryogenní teploty od 120 K do 5 K (-268 °C), velmi nízké kryogenní teploty od 5 K do 1 K (-272 °C).

MGO – viz. Odporový plášťový snímač teploty

Nejistota měření je označení pro parametr, který souvisí s výsledkem měření a charakterizuje rozsah hodnot, které je možné racionálně přiřadit k měřené veličině.

Příčiny (zdroje) nejistot měření jsou vlivy, které nějakým způsobem ovlivňují neurčitost jednoznačného stanovení výsledku měření a vzdalují naměřenou hodnotu od hodnoty skutečné. Obecně nejčastějšími příčinami nejistot jsou: nedokonalá či neúplná definice měřené veličiny; nevhodný výběr vyhodnocovacího přístroje; nevhodný výběr místa/vzorků měření; nevhodný postup měření; zaokrouhlování; linearizace; aproximace; interpolace; extrapolace; neznámé nebo nekompenzované vlivy prostředí; nedodržení shodných podmínek při opakovaných měřeních; subjektivní vlivy obsluhy a v neposlední řadě nepřesnost etalonů a referenčních materiálů.

Při měření teploty se na nejistotách měření podílí zejména tyto faktory: *doba odezvy, samoohřev teplotního čidla*, mechanické namáhání (vibrace, tlak, ohyb snímače), teplota okolního prostředí, vyzařování tepla z měřeného vzorku, *izolační odpor snímače* a jeho možná změna, rušivá elektrická a magnetická pole (indukované napětí), mechanické spojení nevhodných materiálů (parazitní termoelektrická napětí), tepelné namáhání, odchylky od předepsaného způsobu montáže (hloubka ponoru) a v neposlední řadě radioaktivní záření s možným vlivem na změnu struktury a vlastností mechanických vrstev snímače teploty.

Niklový odporový snímač teploty - odporový snímač teploty s čidlem teploty z niklu.

Odporové čidlo teploty – část snímače teploty sloužící ke snímání teploty. Skládá se z materiálu, který má definovanou závislost elektrického odporu na teplotě a vývodů. Někdy se používá označení měřicí element, měřicí rezistor (ČSN EN 60 751), měřicí senzor nebo měřicí odpor. Pro potřeby této příručky se budeme držet zavedeného termínu **čidlo**.

Odporový plášťový snímač teploty – přívodní vodiče s teplotním čipem jsou s práškovou keramickou izolací (MgO) zalisovány do tenkostěnné kovové trubice z austenické oceli. Průměr odporového plášťového snímače teploty je od 1,5 mm do 6 mm, teplotní rozsah do 600 °C. Pro tento typ snímače teploty se někdy (nelogicky a nesprávně) používá název MGO (konstrukce je podobná jako u termočláunku plášťového – viz obr.2).

Odporový snímač teploty – konstrukční celek skládající se z odporového čidla teploty, vnitřního vedení s izolací, stonkové trubice (stonku) a hlavice nebo připojovacího vedení. Používá se i označení odporový teploměr.

Optický snímač teploty – ve struktuře skleněného (optického) vlákna je v požadovaném místě vyrobena laserovou technologií tzv. Braggova mřížka. Vlivem teploty se optické vlákno roztahuje, čímž se mění parametry Braggovy mřížky. Vyhodnocovací jednotka vysílá do optického vlákna s optickým snímačem teploty světelný paprsek. Úzká část světelného spektra se od Braggovy mřížky odrazí zpět do přístroje. Se změnou parametrů Braggovy mřížky se mění i velikost vlnové délky odraženého světelného paprsku. Změna vlnové délky světla odraženého od Braggovy mřížky je úměrná teplotě v jejím místě. Tento typ snímače teploty umožňuje měřit najednou teplotu v různých místech optického vlákna.

Podmínkou je, že v každém měřicím bodě vlákna je Braggova mřížka s navzájem rozdílnými parametry a že vyhodnocovací přístroj dokáže údaje kaskádovitě zpracovat. Vzhledem k vysoké ceně soustavy optického snímače teploty a vyhodnocovacího členu v porovnání s jinými typy snímačů, nachází optické snímače teploty uplatnění tam, kde ostatní typy snímačů nelze z fyzikálních hledisek nasadit a nebo jejich použití je z ekonomického hlediska nevýhodné. Primární okruhy jaderných elektráren, provozy a zařízení s vysokým elektromagnetickým rušením, specifické liniové stavby (mosty, speciální komunikace), hlubinné vrty pro tepelná čerpadla a v neposlední řadě i některé medicínské obory.

Platinový odporový snímač teploty – odporový snímač teploty s čidlem teploty z platiny.

Pouzdro – kovová (plastová) část snímače teploty chránící čidlo teploty a vnitřní vedení před mechanickým poškozením a vnějšími vlivy.

Pozistor – neboli též PTC termistor – je teplotně závislý rezistor vyznačující se záporněkladnou teplotní charakteristikou s výrazným nárůstem odporu (až o 5 řádů) v konkrétním úzkém teplotním intervalu, který je charakteristický pro každý typ pozistoru. Viz str. 15.

Prodlužovací vedení - slouží pro propojení termočlánku s měřicím přístrojem a je zhotoveno ze stejných materiálů, jako jsou větve termočlánku. V případě, že materiál větví termočlánku je cenově drahý, bývá prodlužovací vedení nahrazeno *kompensačním vedením*. Prodlužovací vedení má mít elektrický odpor do 100 Ohm.

„**Real probe**“ – komerční název pro velmi rychlé odporové snímače teploty, kde teplotní čip je připájen na dno stopky o Ø 6mm. Mezi teplotním čipem a měřeným médiem je tak pouze vrstva nerezové oceli silná 0,2 mm.

Samoohřev teplotního čidla – průchodem měřicího proudu **I** měřicím odporem **R** vzniká elektrický výkon $P = I^2 R$, který se beze zbytku mění v Joulovo teplo. To zvyšuje teplotu samotného teplotního čipu a zatěžuje měření kladnou systematickou chybou.

Stanovené měřidlo - je měřidlo, které Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou č. 345/2002 Sb. ke schvalování typu a k povinnému ověřování s ohledem na jeho význam. U snímačů teploty se jedná zejména o párované snímače teploty pro fakturační měření spotřeby tepla (poplatky, tarify, daně), dále snímače teploty mající nezastupitelný vliv na procesy při ochraně životního prostředí, pro bezpečnost při práci, nebo při ochraně jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy (HACCAP - snímače teploty měřící *kritické teploty* při zpracování potravin – teplota pečení, teplota pasterizace. Dále snímače teploty v sterilizátorech – teplota sterilizace – ochrana zdraví).

Stonek – kovová část hlavicového snímače teploty chránící čidlo a vnitřní vedení před mechanickým poškozením a vnějšími vlivy.

Střední doba do poruchy – MTTF – je statistická veličina, která slouží ke kvantifikaci bezporuchovosti výrobku. Udává se v hodinách ve formátu **a,bc x 10^y** hod. U souboru výrobků (snímačů teploty) u nichž známe čas od nasazení do poruchy, se MTTF vypočte jako průměr těchto časů.

Teplotní odporové čidlo – viz. Odporové čidlo teploty.

Teplotní (odporový) čip – elektronická součástka – pomocí vakuové depozice tenké kovové vrstvy (Pt, Ni, Cu), technologie fotolitografie, laserové justace elektrického odporu, dělení keramické podložky, bodového sváření přívodních vodičů, pasivace celkové

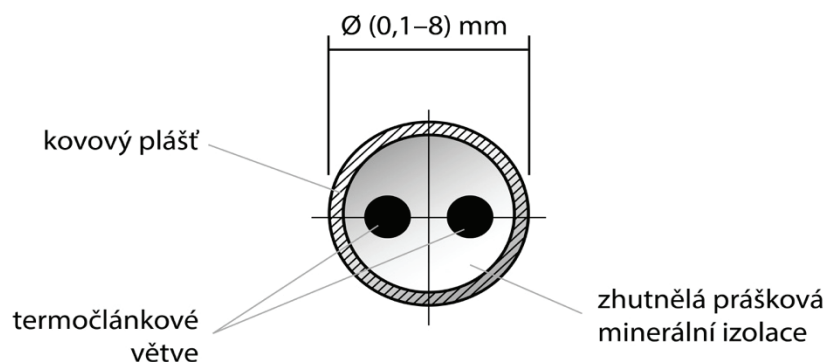
struktury proti vlivu okolí a finálního rozměrování – na miniaturní keramické destičce vytvořená kovová odporová dráha hodnoty 100, 200, 500, 1 000 resp. 10 000 Ohm.

Teplotní koeficient α – určuje strmost křivky vyjadřující závislost odporu teplotního odporového čidla na teplotě. Základní odpor v 0 °C R_0 a teplotní koeficient α jsou hlavními charakteristikami každého čidla.

Termistor – je teplotně závislý rezistor zhotovený lisováním směsi oxidů kovů majících polovodičové vlastnosti (Fe_2O_3 , TiO_2 , CuO_2 , NiO a.j.) za vysoké teploty do tvaru perličky nebo terčíku a opatřený dvěma vývody. Termistor označovaný jako NTC se vyznačuje negativní teplotní závislostí – s růstem teploty elektrický odpor klesá. Jako základní parametry NTC se udávají elektrický odpor při 25 °C a koeficient β , který charakterizuje strmost křivky závislosti elektrického odporu na teplotě.

Termočlánkový snímač teploty (termočlánek) – snímač skládající se ze dvou vodičů specifického složení, navzájem izolovaných a na konci spojených (svařených) do kuličky. Využívá fyzikálního principu vzniku elektrického potenciálu na styku dvou různých kovů, jehož velikost je závislá na teplotě. Měří se rozdíl tzv. termoelektrického napětí vzniklý mezi spoji dvou kovů na „teplém“ a „studeném“ konci. Toto termoelektrické napětí je přímo úměrné rozdílu teplot „teplého“ a „studeného“ spoje a pohybuje se v řádu mV.

Termočlánek plášťový – se vyznačuje konfigurací, kdy obě větve termočlánu jsou s práškovou keramickou izolací pevně zalisovány do tenkostěnné kovové trubice. Průřez plášťovým termočlánkem je na obr. 2.



Obr. 2 – průřez plášťovým termočlánkem

Materiálem tenkostěnného pláště je austenická ocel, pro vysoké teploty Inconel. Lisovanou práškovou izolací bývá MgO , případně Al_2O_3 . Plášťový termočlánek je dodáván v provedení s izolovaným koncem, zemněným koncem a nebo holým měřícím koncem.

Typová zkouška – je ověření stanovených technických parametrů daného typu výrobku, v tomto případě snímače teploty. Typovou zkoušku provádí (zkušební – metrologická – laboratoř) výrobce, výstupem je Zkušební protokol o typové zkoušce. Typová zkouška se provádí před uvedením nového typu snímače teploty na trh, popřípadě opakovaná typová zkouška po změně materiálů či komponent majících zásadní vliv na vlastnosti snímače teploty.

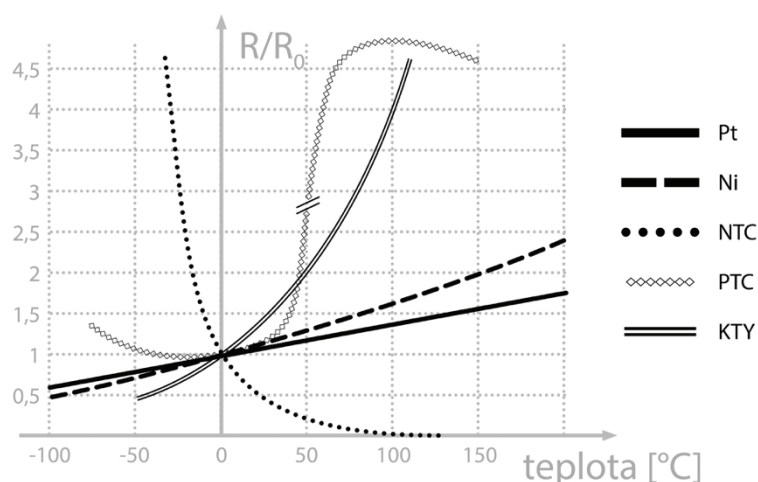
Vnitřní vedení – vodiče spojující odporové čidlo teploty se svorkovnicí nebo konektorem umístěným v hlavici snímače a nebo s kabelem u kabelových snímačů teploty – obr. 3.



Obr. 3 – Vnitřní vedení

Základní odpor R_0 – odpor čidla (snímače) při 0°C (resp. při $0,01^\circ\text{C}$ u etalonů a přesných teploměřů).

Závislost odporu R na teplotě – je charakteristická pro každý odporový snímač teploty. Typické průběhy závislosti odporu na teplotě pro různé typy odporových čidel jsou na obrázku č. 4.



Obr. 4 – Průběhy závislosti poměru odporů R k R_0 na teplotě pro různé typy odporových snímačů teploty.

Poznámka: křivka pro PTC má ve skutečnosti horní ohyb na hodnotě R/R_0 až o 5 řádů vyšší, než na tomto grafu, tzn. na hodnotě až 450 000.

Rozdělení odporových snímačů teploty

Pro rozdělení odporových snímačů teploty může být použito několik kritérií. V příručce jsou uvedena pouze nejpoužívanější z nich.

1) Podle druhu odporového materiálu čidla

S čidly z kovových materiálů	- Pt, Ni, Cu
S čidly z polovodičových materiálů	- termistory NTC, PTC - monokrystalické Si, Ge

2) Podle rozsahu teplot

Pro oblast:	- nízkých teplot	-200 °C až 100 °C
	- pokojových teplot	-30 °C až 100 °C
	- nižších středních teplot	-50 °C až 650 °C
	- vyšších středních teplot	0 °C až 1000 °C

3) Z hlediska třídy přesnosti a použití

Přesné	- etalonové - laboratorní
Průmyslové	- pracovní - provozní

4) Podle způsobu připojení

Kabelové	- volný konec - konektor
Hlavicové	- průchodka a svorkovnice - konektor

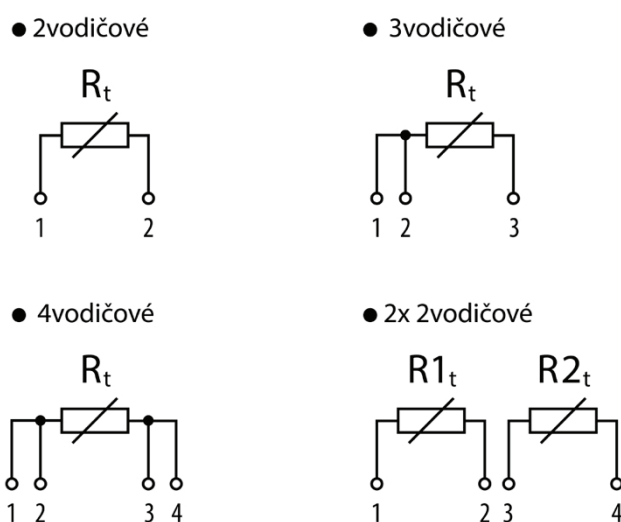
5) Z hlediska aplikace

Interiér
Exteriér
Do jímky
Příložné
Se závitem
Hladký stonek
Bajonet
Pravoúhlé
Plášťové (tvarovatelné)

Zapojení odporových snímačů teploty

- a. **2vodičové** – používá se pro běžná měření na kratší vzdálenosti.
- b. **3vodičové** – kompenzuje vliv změny odporu přívodních vodičů do jejich délky asi 100 m. Výhodou je možnost změření odporu vnitřního vedení za provozu.
- c. **4vodičové zapojení** – měřící odpor je v tomto případě vybaven dvěma proudovými a dvěma napěťovými vodiči. Měří se úbytek napětí na měřícím odporu napájeného konstantním proudem. Odpor vnitřního vedení je zcela vyloučen. Používá se pro přesná měření.
- d. **2 x 2vodičové zapojení** – používá se pro běžná měření na kratší vzdálenosti v případě potřeby umístění dvou měřících odporů do jednoho stonku snímače. Měřící odpory nemusí být obecně totožné.

Druhy zapojení odporových snímačů teploty jsou znázorněny na obr. 5.



Obr. 5 – druhy zapojení odporových snímačů teploty

Způsob zapojení a materiál vnitřního vedení má vliv na chybu měření. Pro snížení vlivu vnitřního vedení se používají odporové snímače teploty s vyššími odpory čidel (např. 500 Ω , 1000 Ω ...). Pro přesná měření se zásadně požaduje 4vodičové zapojení.

V technické literatuře, prospektech a.p. se pro 2vodičové, 3vodičové a 4vodičové zapojení používá označení **2w**, **3w** a **4w**.

Je možné nabídnout další – zakázkové – možnosti (v závislosti na typu snímače) a to **2x 3vodičové** respektive **2x 4vodičové** zapojení.

Provedení čidel teploty

Vinutá čidla

Vinutá čidla jsou tvořena platinovým drátkem o průměru od 0,007 do 0,05 mm

- a) do spirály stočeným, který je vložen do válcových otvorů keramického tělíska a vhodně v nich fixován. Tato čidla mají maximálně potlačen efekt hystereze na úkor odolnosti proti chvění a vibracím. V současné době se využívají zejména jako etalony vyšších řádů v kovových stoncích, naplněných vzduchem nebo směsí hélia a kyslíku a hermeticky uzavřených (přímý styk s atmosférou způsobuje nárůst nejistoty měření zejména vlivem vodíku a oxidu uhlíku).
- b) bifilárně navinutým na keramické tělísko a překrytým keramickým smaltem nebo navinutým na skleněné tělísko a přeskleným skelnou pájkou. U těchto čidel je zajištěna odolnost proti chvění a vibracím na úkor hystereze. Použití těchto vinutých čidel rychle klesá na úkor čidel vrstevových, která jsou při menších rozměrech a kratší časové konstantě výrazně ekonomičtější.

Vinutá čidla jsou vyráběna v hodnotách R_0 rovno 100 Ω nebo 500 Ω . Vývody těchto čidel jsou drátové s obvyklým průměrem 0,3 nebo 0,35 mm a délkou od 10 do 30 mm. Elektrický odpor vývodů je zahrnut do celkového odporu čidla, a proto nelze délku vývodů libovolně zkracovat.

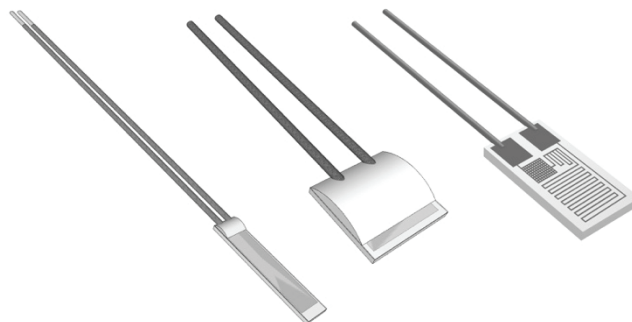
Poznámka: pro sekundární etalony 2. řádu jsou používány Pt 100; $\alpha=1,3925 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Pt 100/39252), Pt 100; $\alpha=1,3920 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Pt 100/3950) nebo Pt 100; $\alpha=1,3850 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Pt 100/3850). Etalony musí splňovat požadavky ITS 90.

Vrstvová čidla

Základem vrstevových čidel je keramická podložka z korundové keramiky (Al_2O_3), na kterou se nanáší aktivní kovová vrstva. Protože na jedné keramické podložce rozměru 100 x 100 mm může najednou vznikat 500 a více čidel. Podle technologie depozice aktivní kovové vrstvy rozlišujeme:

- a) starší tlustovrstvou technologií, která spočívá v nanášení aktivní vrstvy ve formě pasty na podložku sítotiskem. Poté následuje vypálení sítotiskové (tepelná stabilizace) vrstvy, laserové nastavení základní hodnoty odporu $R_0 = 100, 500,$ nebo 1000 Ω , pasivace aktivní vrstvy a rozřezání na jednotlivá čidla. Až potud se výrobní operace provádí s celými keramickými podložkami a říká se jim operace hromadné. Po rozřezání keramické podložky na jednotlivé čipy nastávají individuální operace – připevnění vývodů, jejich fixace a primární balení.
- b) novější (cca od r. 1988) tenkovrstvou technologií. V ní je sítotisk aktivní kovové vrstvy nahrazen vakuovou depozicí (napařování, naprašování) platiny, niklu nebo mědi s následnou tvorbou finální struktury fotolitografií. Základní (hrubé) nastavení odporu R_0 je dáno topologií odporového meandru a tloušťkou deponované vrstvy. Přesné nastavení odporu R_0 (justace) se provádí vypalováním odporové dráhy laserem (operace trimování – elektrický odpor aktivní kovové vrstvy po operaci fotolitografie je nižší než R_0 . Pomocí laserového paprsku se z tzv. justovací zóny „ukrajuje“ aktivní materiál, čímž odpor roste. Tato operace probíhá tak dlouho, až je dosaženo R_0). Závěrečnými operacemi jsou vícevrstvá pasivace aktivní vrstvy, rozřezání keramické podložky na pásky, kontaktování vývodů, jejich fixace skleněnou pájkou a rozřezání pásek na jednotlivé čipy. Touto technologií je možné

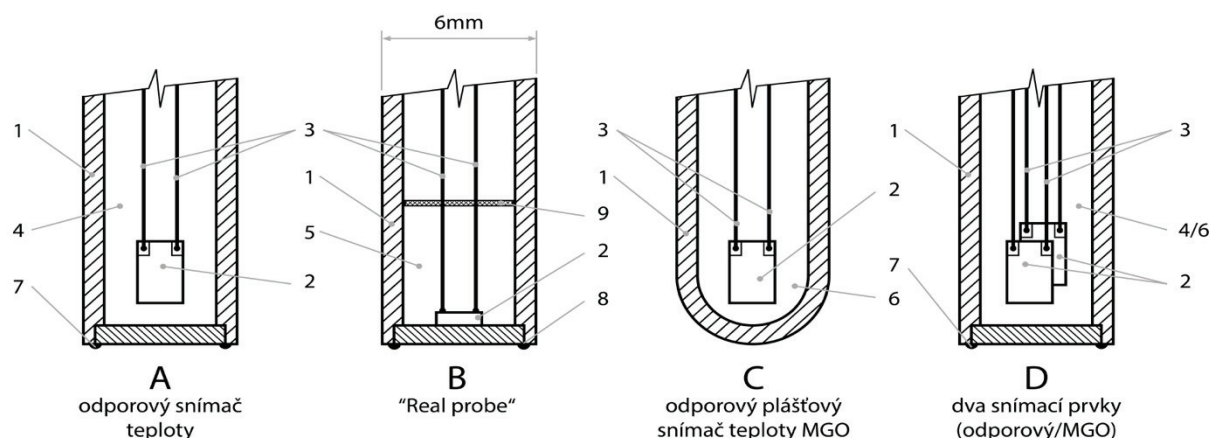
vyrábět čidla o elektrickém odporu $R_0 = 50; 100; 200; 500; 1000; 2000; 5000; 10000$ či 20000Ω a rozměrech $2 \times 10; 2 \times 5; 2,3 \times 2$ ale i $0,3 \times 0,8 \text{ mm}$. Tenkovrstvá kovová odporová čidla nahradila vinutá odporová čidla ve většině současných aplikací. Vzhledem k tomu, že je tenkovrstvá technologie převzata z výroby integrovaných obvodů, vžil se pro takto vzniklé odporové čidlo název teplotní čip. Vzorky teplotních čipů vyrobených tenkovrstvou technologií jsou na obr. 6.



Obr. 6 – Vzorky teplotních čipů, vpravo bez pasivace pro vizualizaci struktury

Konstrukce odporových snímačů teploty s teplotními odporovými čipy

Protože je teplotní odporový čip subtilní elektronická součástka, chrání se proti mechanickému poškození montáží do kovových pouzder a to tak, aby čip byl co nejbližší povrchu pouzdra, které přichází do bezprostředního kontaktu s měřeným médiem. Způsob montáže a použité materiály mají zásadní vliv na parametr časová konstanta. Pro co nejlepší a nejrychlejší přenos tepla z měřeného média přes stěnu pouzdra k teplotnímu čipu a pro fixaci teplotního čipu v prostoru pouzdra se používají vhodné zalévací hmoty (pozice A na obr. 7) nebo teplotně vodivý inertní keramický prach AL_2O_3 nebo MgO. Práškový MgO se používá jako fixační a teplovodivý materiál pro výrobu odporových plášťových snímačů teploty, pro který se díky tomu vžil název MGO (pozice C na obr. 7).



Legenda: 1 – kovový plášť pouzdra; 2 – teplotní odporový čip; 3 – přívodní vodiče; 4 – teplotně vodivá zalévací hmota; 5 – vzduch; 6 – MgO; 7 – plasmatický svár; 8 – laserový svár; 9 – distanční izolační vložka

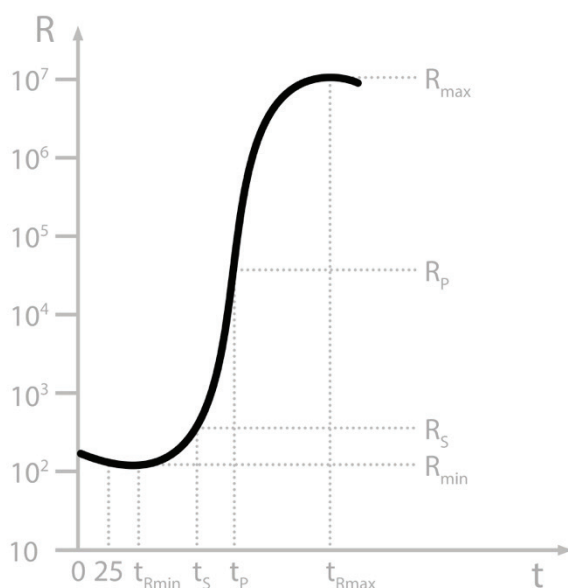
Obr. 7 – Konstrukce odporových snímačů teploty s teplotními odporovými čipy.

Na tomto místě je nutno upozornit na nevhodnost montáže odporových plášťových snímačů teploty a nebo snímačů teploty plněných keramickým prachem na zařízení, která se chvějí a nebo jsou podrobena mechanickým rázům. Keramický prach je abrazivo a je jen otázkou času, kdy svými brusnými účinky poruší nejprve pasivaci a nakonec tenkou aktivní vodivou vrstvu teplotního čipu.

V současné době nejnovější technologie montáže teplotních čipů do kovového pouzdra je zobrazena na pozici B obr. 7 a nese pracovní název „real probe“. Teplotní čip je v technologickém postupu hromadné výroby opatřen ze spodní strany kovovou vrstvou, která umožňuje teplotní čip připájet na kovový terčik tloušťky 0,2 mm. Terčik je následně laserem přivařen ke kovové trubici, čímž vytvoří její dno. Prostor nad připájeným čipem je, kvůli minimalizaci tepelné kapacity snímače, vyplněný vzduchem. Jen v patřičné vzdálenosti od čipu je do pouzdra vložena izolační distanční vložka zajišťující vhodnou polohu přívodních drátů. Odporové snímače teploty „real probe“ mají o řád nižší časovou konstantu než snímače vyrobené dosavadními postupy (pozice A na obr. 7).

PTC termistory

neboli též **pozistory** – jsou teplotně závislé rezistory zhotovené lisováním polykrystalické feroelektrické keramiky (titaničitan barnatý BaTiO_3) za vysoké teploty a tlaku do tvaru perličky nebo terčíku a opatřený dvěma vývody. Vyznačují se záporně kladnou teplotní charakteristikou s výrazným nárůstem odporu (až o 5 řádů) v konkrétním úzkém teplotním intervalu, který je daný pro každý typ pozistoru – viz. obr. 8. Z tohoto důvodu se můžeme setkat s pojmem „limitní PTC termistory“. Charakteristika pozistoru může mít 1 až 3 *inflexní body*.



Obr. 8 – Graf závislosti elektrického odporu pozistoru na teplotě

NTC termistory

NTC termistory jsou nelineární odporová polovodičová čidla teploty s velkým záporným teplotním koeficientem. Na rozdíl od kovových čidel je termistor definován hodnotou elektrického odporu ve $25\text{ }^\circ\text{C}$ – R_{25} a teplotním koeficientem β , který se vypočítává

z hodnot dvou absolutních teplot T_1 a T_2 a dvou jim odpovídajících elektrických odporů R_1 a R_2 podle vzorce

$$\beta_{t_1/t_2} = T_1 T_2 / (T_2 - T_1) * \ln (R_1 / R_2)$$

kde $t_1 = T_1 - 273$ a je stanovena na 25 °C

a $t_2 = T_2 - 273$ a bývá 85 °C nebo 100 °C .

Výrobci termistorů uvádějí buď $\beta_{25/85}$ nebo $\beta_{25/100}$.

NTC termistory se používají zejména v aplikacích využívajících pokojových teplot, kde postačuje přesnost měření 1%, 3% resp. 5% a kde je vysoký tlak na cenu výsledného produktu.

Polovodičová monokrystalická odporová čidla

Mezi čidla s monokrystalickou strukturou řadíme např. křemíková čidla a čidla z germania (oblast velmi nízkých teplot). U těchto čidel se využívá závislosti pohyblivosti volných nosičů elektrických nábojů v krystalové mřížce na teplotě. Se změnou rychlosti jejich pohybu se mění i měrný odpor krystalu. Základní hodnota odporu monokrystalu je závislá na množství příměsí.

Odporová křemíková čidla teploty jsou tvořena dotovaným monokrystalickým křemíkem, který je prostřednictvím kontaktních ploch spojen s drátovými vývody. Teplotní závislost odporu je exponenciální s kladným teplotním součinitelem α :

$$R_T = R_{25}(1+a*\Delta T+b*\Delta T^2).$$

Dodávají se ve standardních diodových pouzdrech. Jejich předností je nízká cena. Jistou nevýhodou teplotní rozsah -50 až $+125\text{ °C}$.

Termočlánky

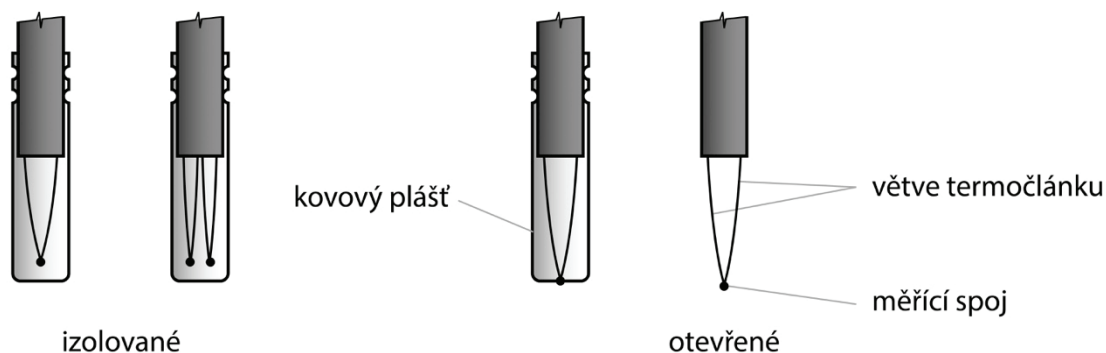
Termočlánkové snímače teploty využívají Seebeckova jevu, kdy v jednoduchém elektrickém obvodu tvořeném vodiči ze dvou různých kovů vzniká termoelektrické napětí, které je úměrné rozdílu teplot mezi měřicím a referenčním (studeným) koncem. Podle použitých kovů dělíme termočlánky na termočlánky z obecných kovů a na termočlánky z drahých kovů. Označení, složení a vlastnosti základních termočlánků jsou definovány normou ČSN EN 60584. V praxi se můžeme velmi zřídka setkat i s termočlánky podle jiných norem.

Typické vlastnosti:

- krátká časová odezva;
- velmi dobrá teplotní stabilita v širokém rozsahu teplot;
- vhodné pro vysoké a velmi vysoké teploty;
- malé rozměry;
- odolnost vůči vibracím a teplotním šokům;
- výsledné vlastnosti jsou dány dodržáním přesného složení použitých kovů;
- obecně nižší přesnost v porovnání s odporovými platinovými čidly;
- složitější vyhodnocování – musíme vyhodnocovat i teplotu referenčních (studených) konců;
- pro napojení na měřicí přístroj musíme použít speciální kabely (kompenzační nebo prodlužovací vedení) případně speciální konektor pro daný typ termočlánku;
- při používání v blízkosti horní teplotní hranice rychle stárne, což se projevuje systémovou chybou měření.

Konstrukce s drátovými termočlánky

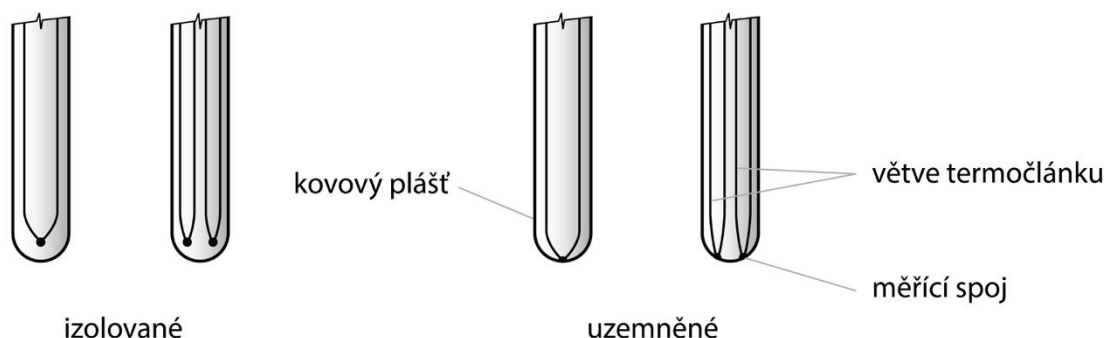
Jsou tvořeny dvěma izolovanými vodiči. Provozní vlastnosti těchto termočlánků jsou dány materiálem a konstrukcí izolace. Běžné jsou izolace plastové (např. PVC, PE, silikon, FEP, PTFE,..), izolace opletem skleněnými vlákny, smalty, keramické kapiláry a další. Na obrázku č. 9 jsou znázorněna různá provedení měřícího konce termočlánku s plastovou izolací.



Obr. 9 – různá provedení měřícího konce termočlánku

Konstrukce s plášťovými termočlánky

Využívají konstrukce, kdy termočlánkové vodiče jsou uloženy ve ztuhnutém keramickém zásypu z oxidu Al_2O_3 nebo MgO . Pláště bývají vyrobeny buď z teplotně stabilizovaných nerezových ocelí nebo z materiálů na bázi niklu – např. Inconel 600. Výhodou této konstrukce je vysoký rozsah měřených teplot, velmi vysoká mechanická a chemická odolnost. Nezanedbatelnou výhodou plášťových termočlánků je jejich prostorová tvarovatelnost a tvarová stálost. Typická provedení konců plášťových termočlánků jsou znázorněna na obr. 10.

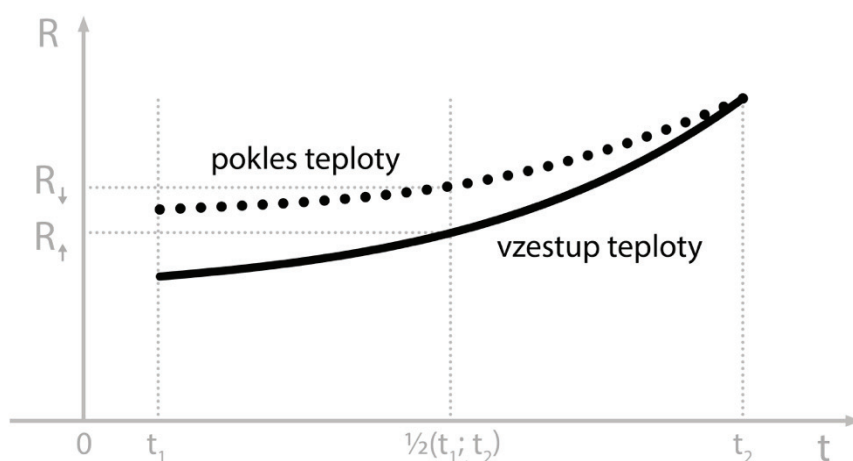


Obr. 10 – typická provedení konců plášťových termočlánků

Obě tyto konstrukce umožňují realizovat jednoduché i vícenásobné termočlánky pro širokou škálu aplikací.

Vlastnosti snímačů teploty

Hystereze odporových snímačů teploty – je vlastnost odporových snímačů teploty, kdy hodnoty elektrického odporu měřené při rovnoměrně stoupající teplotě z teploty t_1 do teploty t_2 jsou jiné, než hodnoty elektrického odporu měřené při rovnoměrně klesající teplotě z teploty t_2 do teploty t_1 (t_1 ; t_2 udávají měřící rozsah snímače). Pojem hystereze znázorňuje obr. 11.



Obr. 11 – hystereze teplotní charakteristiky (pro názornost rozdíl zvýrazněn)

U typových zkoušek se měří hodnota hystereze snímače teploty jakožto absolutní hodnota rozdílu elektrických odporů

$$\Delta R = |R_{\uparrow} - R_{\downarrow}|$$

v polovině definovaného teplotního intervalu (t_1 ; t_2). Změna teploty Δt odpovídající rozdílu ΔR v polovině definovaného teplotního intervalu nesmí vybočit z intervalu dané třídy přesnosti v této teplotě.

Příčinou hystereze je citlivost kovů na tlakové poměry. Kovy reagují na tlak, tah nebo ohyb změnou svého elektrického odporu. Každý kov reaguje jinak, platina je na tyto změny o řád citlivější, než nikl.

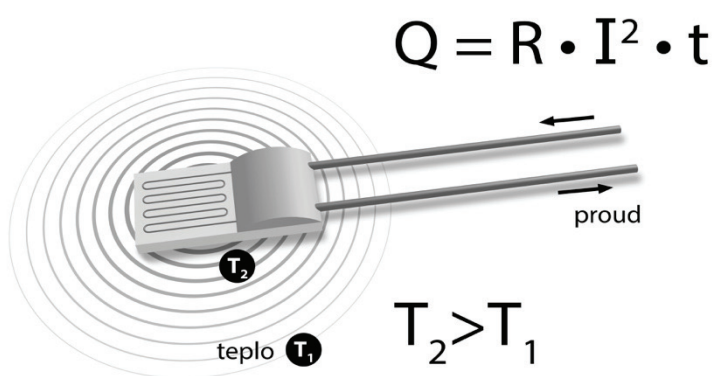
Teplotní odporový čip je soustavou několika materiálů: základní keramická podložka (keramický substrát) tloušťky cca 500 μm , aktivní kovová vrstva (Pt, Ni, Cu) tloušťky 1 μm ; přívodní kovové vodiče o průměru 250 – 350 μm , pasivační vrstva tloušťky cca 5 μm a skleněný fixační val zajišťující odolnost spoje přívodních vodičů s aktivní kovovou vrstvou proti mechanickému namáhání. Teplotní roztažnosti těchto materiálů jsou různé, což se projeví ve vnitřním pnutí celé soustavy. Pnutí soustavy teplotního odporového čipu je jiné pro konkrétní teplotu při vzrůstající teplotě a jiné při klesající teplotě a to i po dostatečném teplotním ustálení. Pnutí má vliv na elektrický odpor aktivní kovové vrstvy. Minimalizace pnutí v teplotním odporovém čipu se provádí žíháním v teplotě cca 800°C.

Chyba způsobená hysterezí u teplotního odporového čipu z platiny nepřekročí 50 mK (0,05°C), u teplotního odporového čipu z niklu 9 mK (0,009 °C) a je na hranici rozlišovací schopnosti měřících zařízení.

Montáží do nejrůznějších kovových pouzder s použitím materiálů pro fixaci teplotních odporových čipů a zajištění rychlého přenosu tepla z pouzdra na čip se celkové pnutí na aktivní kovovou vrstvu teplotního čipu zvyšuje. Zvyšuje se i chyba způsobená hysterezí.

Vždy ale platí, že chyba způsobená hysterezí v polovině definovaného teplotního rozsahu nesmí vybočit z intervalu dané třídy přesnosti v této teplotě.

Samoohřev odporového čidla – průchodem měřícího proudu I měřícím odporem R vzniká elektrický výkon $P = I^2 R$, který se beze zbytku mění v Joulovo teplo. To zvyšuje teplotu samotného teplotního čipu a zatěžuje měření kladnou systematickou chybou. Ta je úměrná druhé mocnině měřícího proudu – viz obr. 12. Maximální hodnota měřícího proudu je proto určena tak, aby jím způsobená chyba byla nižší než $\frac{1}{4}$ hodnoty tolerance čidla. Chyba způsobená samoohřevem čidla je závislá vedle velikosti měřícího proudu na velikosti teplotního čipu, technologii montáže do pouzdra, která významně ovlivňuje odvod Joulova tepla do bezprostředního okolí teplotního čipu a na samotném měřeném okolí. Minimalizace samoohřevu se dosahuje rovněž pulsním měřením teploty, kdy jmenovitý měřící proud je do čidla pouštěn pouze po krátký okamžik, takže Joulovo teplo se stačí rozptýlit v okolním materiálu.



Obr. 12 – Samoohřev teplotního čidla

Výrobci čidel teploty udávají ve svých materiálech hodnoty maximálního měřícího proudu, které by neměly být překročeny, aby nedošlo ke zkreslení výsledků měření. Např. u čidla Pt 100 je udávána doporučená hodnota měřícího proudu 0,8 mA pro třídu B, což za běžných provozních podmínek znamená chybu menší než 0,05°C. U výrobců, kteří udávají 5 až 10 mA může chyba vzrůst až na 2 °C. Vyšší proudové hodnoty měřícího proudu nejenže způsobují systémovou chybu měření samoohřevem, ale jsou i příčinou zkrácené životnosti vlastního snímače teploty.

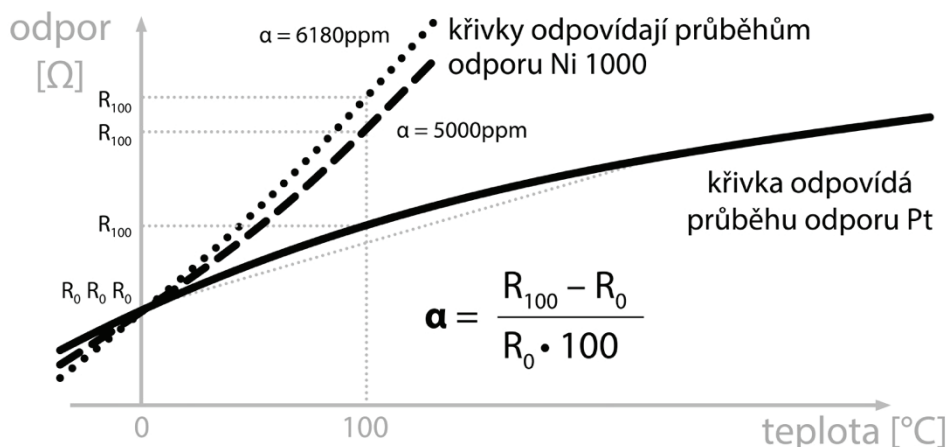
Vzorec pro výpočet chyby měření v závislosti na velikosti měřícího proudu má tvar:

$$\Delta t = S \cdot R I^2$$

kde R je odpor [kΩ], I - měřící proud [mA] a S je koeficient samoohřevu [°C/mW]. Tento koeficient je různý pro různá prostředí a různé typy čidel.

Teplotní koeficient α – je definován jako střední relativní změna odporu na stupeň Celsia mezi teplotami 0 až 100 °C. Je udáván v [°C⁻¹] – příklad Pt 100; $\alpha = 3,850 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$ – a nebo pod označením TCR v [ppm/°C] se zápisem Pt 100/3850. Teplotní koeficient α určuje strmost křivky závislosti odporu teplotního odporového čidla na teplotě – viz obr. 13.

Základní odpor R_0 a teplotní koeficient α jsou hlavními charakteristikami každého odporového čidla.



Obr. 13 – Průběhy závislostí elektrického odporu na teplotě a výpočet α

Přesnost platinového čidla – platinová čidla teploty jsou dodávána v různých třídách přesnosti (tolerančních třídách) podle normy ČSN EN 60751. Rozdělení do tříd je dáno velikostmi odchylek odporu čidla od jmenovitých hodnot daných ideální křivkou. Čidla s vyšší třídou přesnosti (například třídy AA a A u platinových čidel) jsou používána pro přesná měření, pro kontrolní měření a také pro výrobu provozních etalonů. Pro běžné provozní aplikace jsou obvykle používána čidla s nižší třídou přesnosti (například B u platinových čidel). Pro každou třídu přesnosti je dána rovnice, která ji charakterizuje a také určuje velikost tolerančního pole. V tomto poli musí ležet hodnoty elektrického odporu čidla teploty dané přesnosti.

Hodnoty tolerancí platinových odporových čidel jsou vyjádřeny rovnicemi:

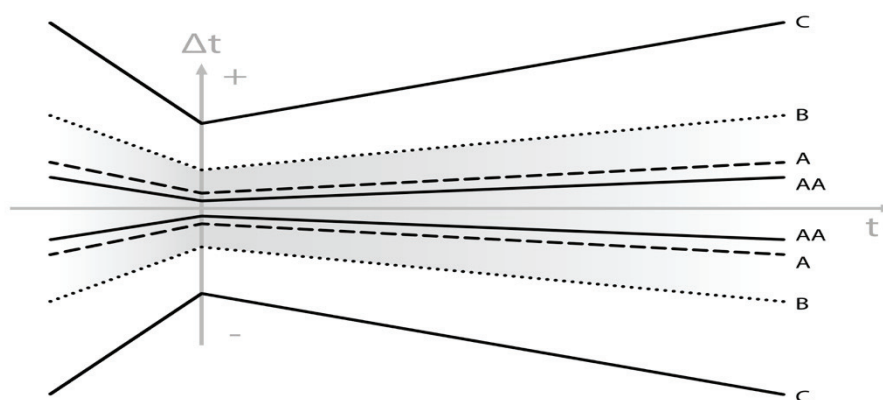
Třída přesnosti AA: $\Delta t = \pm (0,10 + 0,0017 * |t|)$ v teplotním rozsahu **-50 až +250°C**

Třída přesnosti A: $\Delta t = \pm (0,15 + 0,002 * |t|)$ v teplotním rozsahu **-100 až +450°C**

Třída přesnosti B: $\Delta t = \pm (0,30 + 0,005 * |t|)$ v teplotním rozsahu **-196 až +600°C**

Třída přesnosti C: $\Delta t = \pm (0,60 + 0,01 * |t|)$ v teplotním rozsahu **-196 až +600°C**

Kde $|t|$ je absolutní hodnota teploty ve °C (bez ohledu na znaménko). V praxi se někdy používá pro třídu přesnosti AA výrazu 1/3 DIN nebo též 1/3 B. Toleranční pole pro jednotlivé třídy přesnosti jsou znázorněna na obr. 14.



Obr. 14 – Toleranční pole pro jednotlivé třídy přesnosti

Pro určité speciální aplikace (např. v medicíně) je požadovaná přesnost 1/10 B (1/10 DIN nebo též Premium Grade) s tolerančním pásmem definovaným vztahem

Třída přesnosti 1/10 B: $\Delta t = \pm (0,03 + 0,0005 \cdot |t|)$

Tento vztah nemá oporu v normě ČSN EN 60751.

Důležitá poznámka: Přestože norma ČSN EN 60751 a výše uvedené rovnice platí pro – cituji: „Průmyslové platinové odporové teploměry a platinové teplotní senzory“ konec citace, stejné principy se přeneseně používají i pro niklová teplotní čidla.

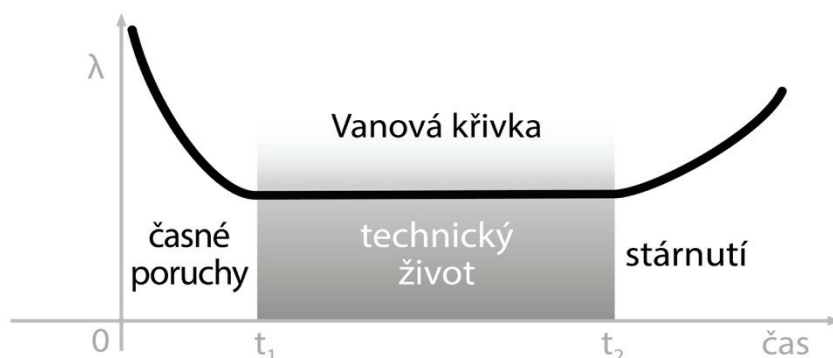
Spolehlivost snímačů teploty.

Pojem **Spolehlivost**, který si prošel, nejen co do obsahu, složitým historickým vývojem, je v terminologické normě ČSN IEC 50 (191) definován takto: Spolehlivost je souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby (doposud se pod pojmem spolehlivost měla na mysli bezporuchovost). Je zřejmé, že takto definovanou spolehlivost nelze měřit ani kvantifikovat a vyjádřit nějakým číselným ukazatelem. Jinak je tomu ale u jejích dílčích činitelů (bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby), které je možné hodnotit pomocí konkrétních ukazatelů. Odkaz (1) uvádí, že v nejširším významu je spolehlivost vnímána také jako věda o správné nebo nesprávné funkci výrobku. Věda, která zkoumá podmínky pro správnou (požadovanou) funkci nebo podmínky vzniku nesprávné funkce, možnostmi jejich ovlivňování, predikce (odhad budoucího průběhu), ověřování a měření.

Spolehlivost každého výrobku je v současnosti také chápána jako integrální součást znaků, souhrnně nazývanou jakost (kvalita). Ta vedle spolehlivosti zahrnuje technickou funkčnost, bezpečnost, ekonomičnost, ekologičnost, estetičnost.

Vzhledem k poslání a rozsahu této konstrukční a uživatelské příručky se v tomto odstavci omezíme pouze na popis činností a parametrů, které se snímači teploty v souvislosti se spolehlivostí v užším slova smyslu – tedy **bezporuchovostí** – provádí společnost Sensit.

Vanová křivka – představuje závislost četnosti poruch na čase. V ose **x** je vynesena logaritmicky čas, v ose **y** četnost poruch v ks. Křivka se skládá ze 3 částí, které jí dávají charakteristický tvar vany – viz. obr. 15.



Obr. 15 – Vanová křivka

První část vykazuje výrazně klesající četnost poruch, říká se jí „dětská úmrtnost“. Poruchy jsou tvořeny studenými spoji, zúženými vodivými drahami na DPS a nebo čípech (přerušení), resp. zkratky mezi vodiči. Druhá část prezentuje konstantní četnost poruch,

kteře jsou tvořeny náhodnými jevy. Třetí část je charakteristická vzrůstající četností poruch vycházejících z opotřebení, stárnutí a konce životnosti.

Společnost Sensit, jako jediný výrobce snímačů teploty v ČR, používá pro odstranění první části Vanové křivky proces tzv. „zrychleného stárnutí“. Ten spočívá ve vystavení snímačů 9 – 11ti teplotním cyklům v teplotní cyklovací komoře v teplotních intervalech:

(-10°C až +75°C); (-10°C až +120°C) a nebo (0 až 180°C). Cyklování, které probíhá v noci, je součástí výrobního postupu, po kterém následuje závěrečná kalibrace, výstupní kontrola a balení. Tím je zajištěno, že časné poruchy, které by se objevily v prvních dnech nasazení u zákazníka, jsou odhaleny a zachyceny u výrobce a k zákazníkovi se nedostanou.

Pojem Bezporuchovost lze kvantifikovat několika ve spolehlivostním oboru používanými ukazateli. Jsou to: pravděpodobnost bezporuchového provozu (označení $R_{(t_1, t_2)}$), intenzita poruch (označení $\lambda_{(t)}$), střední doba do poruchy (označení MTTF); střední doba provozu mezi poruchami (označení MTBF) a parametr proudu poruch (označení $z_{(t)}$). Vzhledem k tomu, že většina typů snímačů teploty je neopravitelná a nebo oprava je neekonomická, používá Sensit pro hodnocení parametru bezporuchovosti ukazatel **střední doba do poruchy – MTTF**.

Minimální hloubka ponoření snímače teploty. Při ponoření snímače teploty do kapaliny (je jedno, je-li je kapalina v potrubí nebo v nádobě) dochází mezi měřicím koncem a částí snímače, která má teplotu okolní, k toku tepla. Tím se měřicí konec ochlazuje a snímač teploty vykazuje chybu. Norma ČSN EN 60751 v kapitole 6.5.8 Minimální hloubka ponoření říká: „Teploměr musí být ponořen do vody o teplotě alespoň 85 °C do stejné hloubky, jaká byla použita pro stanovení toleranční třídy a se svorkami teploměru blízkými teplotě okolí. Teploměr se potom postupně vytahuje z média, pokud se odpor nezmění o hodnotu odpovídající teplotní změně 0,1 °C. Tato hloubka ponoření se musí deklarovat jako minimální hloubka ponoření.“

Zkušenost ukazuje, že minimální hloubka ponoření u stonkového snímače teploty by měla být 10 x Ø stonku. Tzn. při průměru stonku 6 mm je to 60 mm. V případě, kdy se snímač teploty zasouvá do jímky s průměrem 10 mm, by měla být minimální délka ponoru 100 mm. Aby se tento požadavek dal realizovat i u potrubí malých průměrů (≤ 50 mm), používají se šikmé návarky, snímače pro přímou montáž do potrubí se stonkem o Ø 4 resp. 3 mm (bez jímek) popřípadě montáž v koleni. Viz obr. 20.

Velikost provozního tlaku. Jímky a stonky snímačů teploty Sensit o průměrech 12, 10, 8 a 6 mm splňují pro rozsah teplot -30 až +200 °C požadavky NV č.26/2003 Sb. v platném znění a byly certifikovány jako součást tlakových zařízení pro statický tlak max. PN 63 (6,3 MPa; 63 Barů). Stonky o průměru 4 mm byly certifikovány jako součást tlakových zařízení pro statický tlak max. PN 25 (2,5 MPa; 25 Barů). Certifikace stonků o průměrech 3 a 2 mm se připravuje.

Rychlost proudění v potrubí. Pro maximální rychlost proudění měřeného média – vzduch a vodní pára/voda platí pro jímky a stopky uvedených délek a průměrů tab. č. 4.

délka jímky L2 (mm)	do 60	60 až 100	100 až 160	160 až 220	220 až 400
průměr jímky (mm)					
Ø6 a Ø8	20/2,0	15/1,5	8,0/1,0	2,5/0,6	0,6/0,3
Ø10 a Ø12	35/3,5	30/3,0	15/2,0	5,0/1,2	1,6/0,8

Tabulka č. 4 – maximální hodnoty rychlosti proudění v m/s pro vzduch a vodní páru/vodu

Převodníky teploty na definovaný výstupní signál

Převodníky jsou elektronické obvody, které převádí změnu odporu odporového snímače teploty a nebo změnu termoelektrického napětí termočlátku na vstupu převodníku na standardizovanou hodnotu proudu nebo napětí na výstupu. Mluvíme pak o *převodnících teplota – proud* popřípadě *převodnících teplota – napětí*.

Převodníky umožňují přenos informace o teplotě do míst vzdálených desítky metrů od místa měření, převádí nízkou úroveň vstupního signálu na úroveň, která je nutná pro vstup do vyhodnocovacích zařízení. Při tom linearizuje charakteristiku snímače teploty, potlačuje rušivé signály a v neposlední řadě zatěžuje odporový snímací prvek malým proudem, čímž snižuje systematickou chybu způsobenou samoohřevem čidla. U převodníků jejichž vstupem je termočlánek, je zajištěna teplotní stabilizace srovnávacího – studeného spoje.

Standardizované a nejčastěji používané výstupy převodníku teplota – proud jsou 4 – 20 mA a 0 – 20 mA.

Standardizované a nejčastěji používané výstupy převodníku teplota – napětí jsou 0 – 10 V, 0 – 5 V, 0 – 3 V.

Výstupní interval převodníku musí být definován vstupní teplotní interval. Z doby, kdy byly elektronické převodníky teplota – proud a teplota – napětí vyráběny pomocí diskrétních součástek, byly stanoveny nejčastěji používané teplotní intervaly, kterým odpovídaly výstupní intervaly proudu nebo napětí a to pro předem definovaný snímač teploty.

Teplotní intervaly, pro které jsou nastaveny krajní hodnoty výstupů převodníků teplota – proud respektive teplota – napětí, jsou: -30 °C až +60 °C; 0 °C až +35 °C; 0 °C až +100 °C; 0 °C až +150 °C; 0 °C až +250 °C a 0 °C až +400 °C.

Společnost Sensit nabízí dodávky převodníků se zakázkovými intervaly. Nejčastěji požadované zakázkové rozsahy jsou -50 °C až +50 °C a 0 °C až 200 °C.

V současné době, kdy převodníky teplota – proud a teplota – napětí jsou realizovány programovatelnými integrovanými obvody - mikroprocesory, si uživatelé sami nastavují požadovaný vstup (podle typu snímače teploty) a výstup. Mikroprocesory mají v sobě nahrány rovnice charakteristik jednotlivých teplotních čidel, takže výstupní signál je ideálně linearizovaný.

Samostatnou kapitolou jsou převodníky, převádějící informaci o teplotě z teplotního čidla na digitální signál sériové sběrnice RS485, nebo ethernet. Takovéto převodníky se liší typy protokolů zpracování a přenosu dat, např. ASCII, Arion, ModBus, ProfiBus, HART, CAN, Modus TCP a.p.

Převodníky jsou dodávány ve dvou variantách. Jednak jako součást hlavicových snímačů teploty – převodník je umístěn v hlavici teplotního snímače, jednak samostatně v pouzdru s příslušnými svorkami pro připojení snímače teploty, napájení a výstup. Pouzdro je ve většině případů standardizované s možností upevnění na DIN lištu.

Tabulky závislostí hodnot výstupního proudu resp. napětí na jednotlivých vstupních hodnotách teploty pro konkrétní teplotní intervaly jsou v tabulkové části této příručky.

Digitální integrovaná čidla teploty

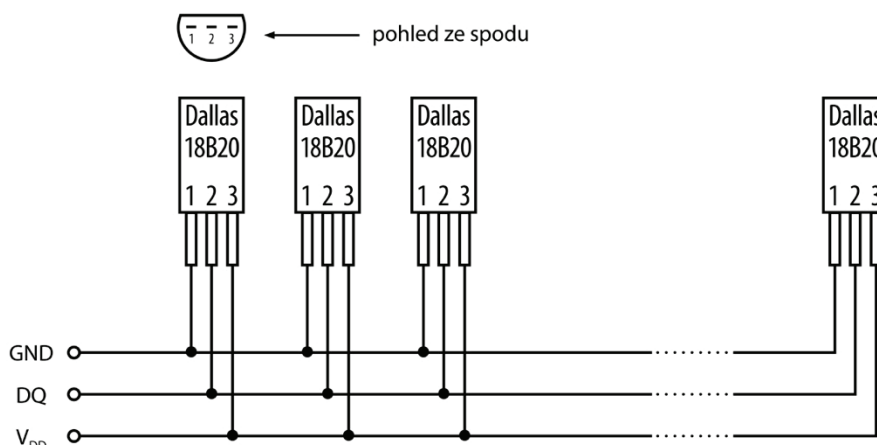
Rozvoj mikroelektroniky přinesl v posledních cca 20ti letech výrazný posun v digitalizaci analogových procesů. Měření teploty není výjimkou. Proto je nutné zmínit alespoň dva integrované obvody, které se staly běžně dostupnými snímači teploty s digitálním výstupem. V nejčastější aplikaci jsou zapouzdřeny do tranzistorového pouzdra TO 92, využívány jsou rovněž pouzdra TO 18 nebo pro montáž do DPS SOT 223, přičemž typ použitého pouzdra výrazně ovlivňuje některé technické parametry. Teplotní rozsah těchto integrovaných čidel je $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ a je dán fyzikálními zákony.

Dallas DS18B20 / DS18S20

Tento integrovaný obvod je digitální čidlo teploty, kterému výrobce garantuje přesnost $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ v teplotním rozsahu od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro komunikaci s řídicí a vyhodnocovací jednotkou (označovanou MCU) se čidlo připojuje pomocí jedno-vodičového sériového rozhraní nazývaného sběrnice 1-wire a označovaného DQ. Pro napájení je zapotřebí ještě dvou vodičů označovaných GND a VDD. Stejnospměné napájecí napětí VDD se může pohybovat v rozmezí 3,3V až 5,5V. Kromě měření teploty DS18B20 disponuje funkcí digitálního termostatu, jehož dolní a horní hranici lze programově nastavit a uložit do vnitřní paměti. Při čtení naměřené hodnoty jsou pak k dispozici bity informující o dosažení nastavených mezí.

Každé čidlo DS18B20 má již z výroby přiděleno své vlastní unikátní 64-bitové identifikační číslo, které slouží k adresaci konkrétního čidla v MCU. Identifikační číslo společně s unikátním protokolem umožňuje připojit několik čidel na jeden datový vodič DQ. Maximální počet čidel je omezen velikostí dostupné paměti MCU, ve které je nutno uchovat 64-bitová identifikační čísla.

Princip zapojení více čidel DS18B20 pomocí 1-wire je na obr. 16



Obr. 16 – Způsob zapojení více čidel DS18B20 na sběrnici 1-wire

SMT 160-30; SMT 172

Je integrovaný obvod s funkcí čidla teploty. Výstupem je obdélníkový signál na frekvenci 1-4 kHz, jehož střída (DC – Duty Circle) se mění lineárně s teplotou. Tu vyhodnocuje řídicí jednotka MCU.

Jak chápat střídu je patrné z obr. 17. Střída je podíl doby trvání úrovně 1 pulzu k celkové době pulzu a je bezrozměrná.

Pro závislost střídy DC na teplotě platí jednoduchý vztah:

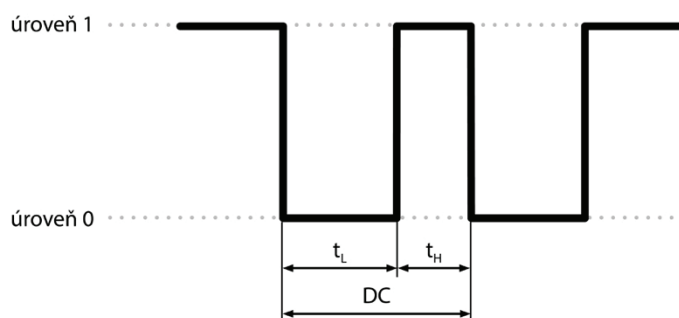
$$DC = 0,32 + 0,0047 \times T$$

kde T je teplota ve $^{\circ}\text{C}$.

Naopak při znalosti DC je vztah pro teplotu:

$$T = 212,77 \times DC - 68,085,$$

DC se vypočítává jako aritmetický průměr 8mi za sebou jdoucích stříd.



t_L = časový interval nízké úrovně signálu
 t_H = časový interval vysoké úrovně signál

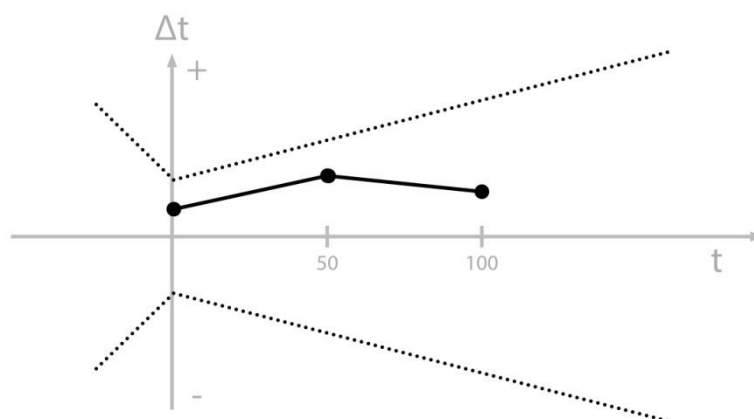
$$DC = \frac{t_H}{t_L + t_H}$$

Obr. 17 – výpočet střídy DC obdélníkového signálu

Kalibrace snímačů teploty.

Kalibrace je souhrn úkonů, kterými se stanoví za specifikovaných podmínek vztah mezi kalibrovaným snímačem a etalonem. Tímto procesem se srovnávají hodnoty elektrického odporu R kalibrovaného snímače s hodnotami R_e etalonu v jedné, dvou respektive třech a více teplotách. Změna teploty Δt odpovídající rozdílu $\Delta R = (R_e - R)$ v dané teplotě nesmí vybočit z intervalu dané třídy přesnosti v měřené teplotě.

Nejlepší nejistota kalibrační laboratoře firmy Sensit je 0,05 °C. Nejistotu kalibrace nejvíc ovlivňuje konstrukce kalibrovaného snímače, možnost jeho ponoření do média a teplota, při které se kalibrace provádí.



Obr. 18 – Příklad kalibrace snímače teploty ve třech bodech

Každý snímač projde výstupním měřením. Kalibrace je prováděná na požadavek zákazníka. Výstupem kalibrace je kalibrační list. Kalibrace se provádí obvykle ve třech bodech. Počet bodů a kalibrační body si určuje uživatel měřidla. Tři body a více se kalibruje tam, kde je potřeba znát skutečnou teplotní charakteristiku snímače teploty v celém teplotním intervalu daném spodní a horní teplotou požadované kalibrace – viz. obr. 18. Kalibrací určenými třemi (a více) body lze proložit křivku závislosti elektrického odporu na teplotě pro ten daný konkrétní kalibrovaný snímač teploty. Poznámka: kalibrace v jednom a dvou bodech není zcela vyhovující, protože uživatel nemá dostatek informací o snímači a neumožňuje dobře pracovat s naměřenými hodnotami.

Poruchy snímačů teploty a jejich příčiny

U odporových snímačů teploty se mohou vyskytnout 4 typy poruch:

1. Zvýšený elektrický odpor

- může být způsobený korozí přírodních vodičů vlivem vlhkostí, která ve svém důsledku může vést k přerušení měřícího obvodu
- korozí vodivé dráhy teplotního čipu způsobené vysokou teplotou nebo vlhkostí, která rovněž ve svém důsledku vede k přerušení měřícího obvodu. Týká se zejména Ni a Cu snímačů.
- elektromigrací při použití napájecího napětí a/nebo proudu nad předepsanou hodnotu. V elektrickém (a tepelném) poli teplotního čipu dochází k migraci atomů kovu aktivní vrstvy, a to od teplejšího místa k místu chladnějšímu a od místa s vyšším elektrickým potenciálem k místu s nižším elektrickým

potenciálem. Místo, ze kterého atomy kovu migrují, zmenšuje svůj průřez, tím lokálně roste elektrický odpor a s ním i teplota čidla (samoohřev). Měření teploty se stává naprosto neobjektivní – vykazuje nedefinovatelně vyšší hodnoty. Proces migrace atomů kovu exponenciálně roste až dojde k úplnému přerušení čidla a tím celého obvodu. Týká se všech kovových čidel.

- Koroze konektorů – zvýšení celkového odporu o přechodový odpor na konektoru. Obvykle nevede k přerušení obvodu. Projevuje se též náhodným kolísáním odporové hodnoty a tudíž kolísáním měřené teploty.
2. Přerušený elektrický obvod snímače
 - z výše uvedených důvodů, kdy úplnému přerušení obvodu předchází postupně a nedefinovatelně se zvyšující elektrický odpor snímače teploty.
 - Mechanicky přerušený přívodní vodič ukroucením, přerážnutím, přetržením a.p.
 3. Snížený elektrický odpor bývá ve většině případů způsoben vniknutím a vysrážením vlhkosti v prostoru napojení kabelu na vývody z čipu, čímž vznikne paralelní odpor. Tento jev je předzvěstí následujícího zvýšení odporu a posléze totální destrukce korozí.
 4. Zkrat snímače teploty. Ke zkratu snímače teploty dochází nejčastěji
 - porušením primární i sekundární izolace obou vodičů kovovým předmětem
 - ukroucením přívodního kabelu

U termočlánků se mohou vyskytnout 3 typy poruch:

1. Snížení termoelektrického napětí stářím nebo dlouhodobým vystavením horní hraniční teplotě. Tuto poruchu lze odhalit kontrolním měřením. Vždy bývá zjištěna při recalibraci termočlánku.
2. Chaoticky se měnící termoelektrické napětí. Je způsobeno mechanickým narušením termoelektrického spoje dvou větví termočlánku
3. Nulové termoelektrické napětí. Termoelektrický obvod byl buď kdekoli přerušen nebo zkratován.

Poruchy u snímačů s aktivním výstupem 4 – 20 mA:

1. Měřicí proud je nižší než 3,5 mA – větev s teplotním čipem je zkratována
2. Měřicí proud je vyšší než 23 mA – větev s teplotním čipem je přerušena
3. Měřicí proud mění chaoticky svou velikost v části rozsahu – teplotní čidlo vykazuje nestabilitu z některého z výše uvedeného důvodu
4. Měřicí proud je nulový – vada elektroniky, zdroj není zapojen nebo je vadný

Poruchy u snímačů s aktivním výstupem 0 – 10 V:

1. Výstupní napětí je trvale rovno 0 V – vstup s teplotním čidlem je zkratován
2. Výstupní napětí je vyšší, než 14 V – vstup s teplotním čidlem je přerušen
3. Výstupní napětí vykazuje chaotické změny velikosti v části svého rozsahu – teplotní čidlo vykazuje nestabilitu z některého z výše uvedeného důvodu.

Montáž, obsluha a údržba snímačů teploty

1. Pracovní předpisy

- Při montáži je nutno dodržovat zákony, vyhlášky a technické normy týkající se bezpečnosti práce.
- Při montáži je nutno dodržovat montážní předpisy a Návody na použití výrobků.
- Elektrické připojení musí provádět pracovníci s kvalifikací nejméně podle §5 Vyhlášky č.50/1978 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

2. Obecná pravidla

- Při projektování i montáži je třeba brát v úvahu vlastnosti okolí snímače (rozsah teploty a vlhkosti okolí, možnost stříkání vody, výbušné prostředí, chemicky agresivní prostředí, proudění měřeného média, vibrace a rázy, sluneční svit, elektromagnetické rušení). Příklady: Snímač pro měření venkovní teploty umístíme na severní stěnu. Pozor na sklepní okénka a ventilační otvory, ze kterých stoupá teplý vzduch.
- Při projektování i realizaci je nutno si vždy položit a zodpovědět otázku, s jakou přesností je nutno teplotu měřit a jakou vyžadujeme časovou konstantu. U měření teploty kouřových plynů je dostatečná přesnost ± 5 °C, u měření teploty vyhřívací podušky inkubátoru pak $\pm 0,02$ °C. Při měření teploty v převodovce větrné elektrárny je dostatečná časová konstanta snímače teploty $\tau_{0,5} = 180$ s; u měření teploty krve v tepně pacienta pak $\tau_{0,5} = 1$ s.
- Při projektování i montáži je nutno volit umístění snímačů tak, aby byla minimalizována možnost jejich mechanického poškození a také poranění osob. Snímače by měly být umístěny tak, aby byly dobře přístupné pro případnou kontrolu a servis. Je-li to z kontrolních a servisních důvodů nutné, použije se odpojitelný kabel.
- Pro vedení signálu ze snímače teploty na větší vzdálenost (pro Pt 100 nad 2 m, pro Pt 1000 a Ni 1000 nad 10 m) použijte převodníku podle možnosti vstupu řídicí a nebo zobrazovací jednotky.
- Při projektování je třeba brát v úvahu vlastnosti snímače (měřicí rozsah, krytí, chyba měření, třída přesnosti a maximální měřicí proud čidla, časová konstanta).
- Snímače obecně nelze použít pro měření teploty předmětů pod elektrickým napětím. Pokud tato potřeba nastane, je nutné aplikaci konzultovat s výrobcem snímače.
- Snímače musí být řádně upevněny. Přívodní kabely nesmí být mechanicky namáhány a nesmí hrozit nebezpečí jejich poškození.
- Pracovní poloha snímačů se musí volit tak, aby nedocházelo k hromadění kapalin v okolí vstupu přívodního kabelu do snímače (průchodka nesmí směřovat nahoru).
- Délka přívodního kabelu u snímače musí být taková, aby manipulace s tímto kabelem byla snadná a bezpečná.
- Elektrické i mechanické vlastnosti přívodního kabelu uváděné výrobcem v technické dokumentaci (např. v Návodu na použití výrobku) je třeba dodržovat (průřez vodičů, vnější průměr kabelu, stínění kabelu).
- Je nevhodné vést přívodní kabel snímače v blízkosti vodičů a nebo zařízení s rušivým elektromagnetickým polem (vedení vysokého napětí, induktivní zátěž, pulzní a frekvenční měniče, frekvenčně řízené motory, nestíněné transformátory).

- V prostorech se silným elektromagnetickým rušením (průmyslové haly apod.) je vhodné používat stíněné kabely, stínění uzemněné. V případě uzemnění obou konců kabelu musí být zaručeno, že oba konce jsou na stejném elektrickém potenciálu. V opačném případě mohou stíněním téct velké vyrovnávací proudy. V praxi se zemní pouze jeden konec.
- Upevnění vodičů přívodního kabelu do svorkovnice je nutno zkontrolovat **lehkým** tahem za vodiče.
- Snímače není vhodné montovat na osluněná místa, do blízkosti zdrojů tepla nebo chladu (pokud tyto zdroje nejsou snímači přímo měřeny).
- Při měření teploty povrchu a nebo předmětu, kde je snímač teploty umístěn těsně pod povrchem, jsou výsledky měření zatíženy systémovou chybou způsobenou odvodem tepla z měřeného místa pouzdrum snímače a přívodními kabely. Velikost chyby je přímo závislá na rozdílu teploty měřeného povrchu a nebo předmětu a teploty okolí a na konstrukci snímače. U měření povrchové teploty potrubí je navíc velikost chyby měření nepřímo úměrná průměru potrubí. Důsledek: požadavek na kalibraci příložných snímačů teploty je neopodstatněný.
- Pro snížení chyby způsobené odvodem tepla z měřeného objektu mimo snímač teploty a/nebo pro snížení časové konstanty soustavy měřený předmět-snímač teploty se používají tzv. teplovodivé pasty, které se aplikují mezi měřený předmět a snímač teploty. Teplovodivé pasty jsou obvykle tvořeny silikonovou vazelínou jakožto pojivem a jemným kovovým prachem (Fe, Cu, Al) popřípadě prachem kysličníků kovů jako náplní, jejíž úkolem je lepší přenos tepla. **Pozor!** Při aplikaci teplovodivých past na chvějící se a nebo vibrující soustavy může docházet k abrazi povrchu pouzdra teplotního snímače vedoucí k jeho destrukci. **Pozor!** Při aplikaci teplovodivé pasty do jímek převodovek, může při určitém typu konstrukce převodovky dojít ke kontaminaci oleje převodovky teplovodivou pastou a následnému zadření ložisek!!! Pro měření teploty převodovek je použití teplovodivých past **neopodstatněné**, lze technicky elegantně řešit pomocí bajonetového uchycení a tvaru konce snímače.
- **POZOR při měření teploty v tancích s chladnou vodou** (strojovny klimatizačních celků). U těchto aplikací je nutné **VŽDY** používat snímače teploty s hlavicí zasunutých do jímek!!! Zdůvodnění: Na čele jímký se díky nižší teplotě, než je teplota okolí, sráží voda, která stéká a díky fyzikálnímu jevu, zvanému kapilární elevace, se dostává do prostoru mezi vnitřní stěnou jímký a stonkem snímače. Vysrážená voda tento prostor zcela zaplní. V případě, že je v jímkce zasunut místo kovového stonku snímače s hlavicí pouze kabelový snímač teploty, ten celý leží ve vodě. Je jen otázkou času, kdy voda pronikne pod ocelové pouzdro snímače a způsobí v prvním okamžiku svod mezi přívody čidla (což je příčinou chybného měření). Po jistém, předem neodhadnutelném, čase způsobí korozivní přerušování vodičů vlastního čidla a tím destrukci celého kabelového snímače teploty.
- Při montáži snímače teploty na stěnu místnosti pomocí montážní krabice, ke které je kabeláž vedená v ochranné umělohmotné hadici (tzv. „husím krku“) je vhodné konec ochranné hadice utěsnit po protažení kabelu montážní pěnou. Jsou známy případy, kdy proudění vzduchu touto ochrannou hadicí ovlivnilo měření teploty v místnosti snímačem umístěným na montážní krabici tak, že regulace vytápění byla díky tomuto jevu nefunkční.

- **Pozor!** Připojování snímačů teploty s aktivním (proudovým, napěťovým, frekvenčním, digitálním) výstupem musí probíhat vždy při **vypnutém napájení!**
- Pozor na manipulaci s nadbytečnou délkou kabelu. Mějte na paměti, že nadbytečný kabel svinutý do kruhu se chová jako cívka, čili do elektrického obvodu vložená impedance. Při pulzním měření se na svorkách vlastního čipu díky této impedanci objeví nejprve napětí a když napětí v pulsním režimu klesne na nulu, začne obvodem protékat proud. Výsledkem je, že vyhodnocovací člen neměří a snímač teploty se jeví jako přerušovaný. Řešení: pokud se s instalovaným snímačem teploty nepočítá pro jinou aplikaci, zkratíte přívodní kabel na nejmenší potřebnou délku. Při dvou vodičovém zapojení mějte na paměti vliv odporu přívodních vodičů na výsledek měření. Zvažte, kdy je možné tuto změnu zanedbat a kdy je potřebné provést korekci ve vyhodnocovací jednotce. V opačném případě vedte nadbytečnou délku kabelu tak, aby nevytvářel impedanci (smyčky).

3. Snímače s hlavicí

- U snímačů je nutno zajistit hermetičnost (dotáhnout průchodky, přišroubovat víčko).
- Stonky snímačů nesmí být mechanicky namáhány. K upevnění snímačů je vhodné použít plastové nebo kovové držáky dodávané jako příslušenství.
- Teplota v okolí hlavice snímače uvedená v technické dokumentaci nesmí být ani krátkodobě překročena (pokud není stanoveno jinak).
- Snímače do interiéru je nevhodné umístit do míst, kde je minimální proudění vzduchu, nebo do míst, jejichž teplota je značně ovlivňována (výklenky, vnější zdi, zeď s nevytápěnou místností, komínová zeď, v blízkosti dveří, místa osvětlená sluncem).
- Snímač do interiéru s proudovým výstupem se musí montovat pouze v poloze uvedené v technické dokumentaci.

4. Snímače kabelové

- Teplotní rozsah uvedený v technické dokumentaci nesmí být ani krátkodobě překročen (pokud není stanoveno jinak).
- Pouzdra snímačů nesmí být mechanicky namáhána.
- Přívodní kabel musí být řádně mechanicky upevněn.
- Při volbě kabelového snímače teploty se poraďte s výrobcem, zda je vybraný typ vhodný pro Vaši aplikaci.
- Kabelové snímače pro měření teploty např. kouřových plynů nejsou určeny do vlhkého prostředí (teplotně odolný kabel se skelnou izolací je hygroskopický, izolace ze skelné tkaniny je schopna v sobě držet vlhkost, která způsobuje korozi jak přívodních vodičů tak spoje vodičů s čidlem).
- Nevhodná miniaturizace snímače teploty může mít vliv na přesnost měření (odvod tepla z měřeného místa přívodním kabelem)
- Kabelové snímače teploty nepoužívat do jímek na nádržích a tancích s chladnou vodou (viz. obecná pravidla výše)!

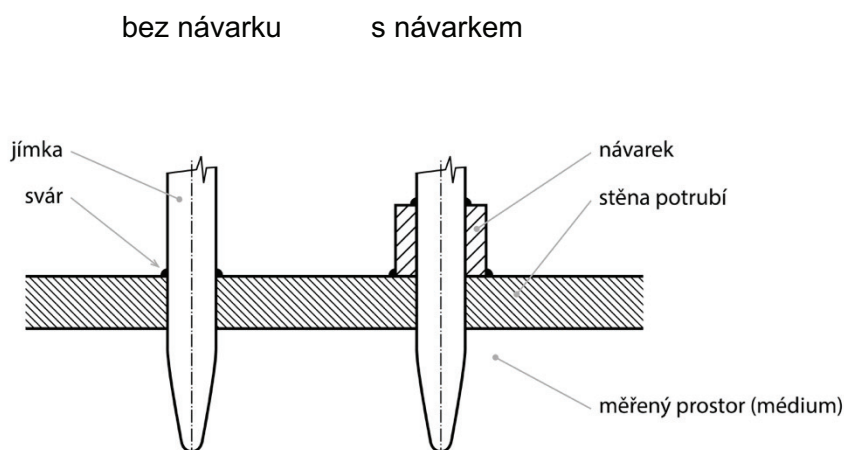
5. Doporučené způsoby montáže jímek, návarků a snímačů teploty do potrubí

- Obecné zásady pro montáž snímačů teploty na potrubí jsou uvedeny v ČSN EN 1434-2 Měřidla tepla – Část 2: Konstrukční požadavky. Zde jsou uvedené doporučené montáže návarků, jímek a snímačů teploty pro různé

světlosti potrubí a různé průtoky. I když je norma určena pro měřiče tepla, doporučení na montáž zde uvedená mají obecnou platnost.

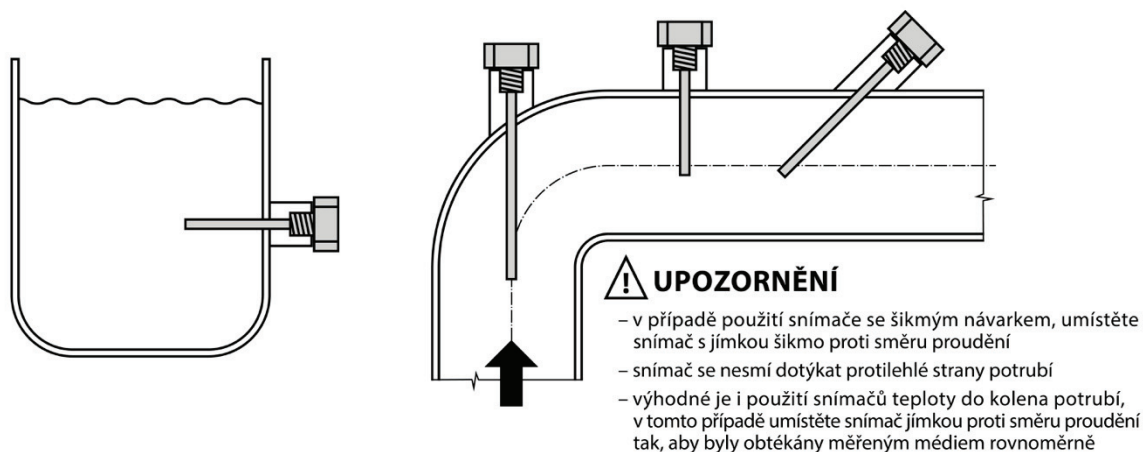
- Při dodržení těchto zásad dosáhneme požadované přesnosti a reprodukovatelnosti měření.
- Jímky a snímače teploty by se neměly montovat v místech kde není zaručena homogenita měřeného média, v místech turbulentního proudění – za ohyby, v místech se změnou průřezu atd.

Způsoby montáže jímek do potrubí svařováním uvádí následující obrázek – obr. 19.



Obr. 19 – Montáž jímek na potrubí

- Způsoby montáže přímých a šikmých návarků dle ČSN 1434-2 jsou uvedeny na obr. 20.



Obr. 20 – Příklady montáže přímých a šikmých návarků

6. Uvedení do provozu

Po montáži a připojení snímače k elektrickému obvodu (převodník, měřicí a regulační obvod) je zařízení připraveno k provozu.

7. Obsluha a údržba

Snímače při provozu nevyžadují žádnou obsluhu a ani údržbu.

Může se stát, že při zapojení snímače a vyhodnocovací jednotky systém nefunguje nebo nepracuje podle očekávání. Pak existuje jednoduché postupy k prověření chyby:

- systém nepracuje, neukazuje žádnou teplotu. Je vyhodnocovací člen zapojen na zdroj předepsaného napětí? Je snímač teploty správně připojen? Důležité prověřit zejména v případě 3 respektive 4vodičového zapojení. Pokud je zapojení v pořádku, snímač teploty odpojme ze systému a změříme Ohmetrem. Pozor opět v případě 3 a 4vodičového zapojení. Pokud naměřená hodnota odporu snímače teploty je nula nebo megaohmy, snímač je vadný a je nutné jej reklamovat (pokud je snímač v záruce), respektive ekologicky zlikvidovat a objednat snímač nový. Pokud vykazuje odporovou hodnotu shodnou s tabulkovou hodnotou pro jiným způsobem změřenou teplotu, je snímač v pořádku a závada je ve vyhodnocovacím přístroji

- systém ukazuje teplotu, která neodpovídá skutečnosti. Je snímač teploty správně připojen? Důležité prověřit zejména v případě 3 respektive 4vodičového zapojení. Pokud je zapojení v pořádku a **nejedná se o snímač teploty do interiéru**, vyjmeme snímač teploty z jímky nebo uvolníme z uchycení a ponoříme jej celou kovovou částí minimálně na 10 minut do ledové tříště a občas ledovou tříšti zamíchat. Čím je hmotnost snímače větší, tím by měla být doba ponoru snímače v ledové tříšti delší. Pokud Ohmetr ukazuje hodnotu odporu snímače blízkou tabulkové hodnotě daného typu snímače pro 0 °C, ještě nelze říci, že je snímač teploty v pořádku. Nyní si připravíme nádobu s vařící vodou a snímač teploty do ní vložíme. Teprve pokud po cca 5ti minutách ohmetr ukazuje hodnotu odporu snímače teploty blízkou tabulkové hodnotě pro 95 °C až 100 °C (chyba může být způsobena tím, že voda bude vřít při nižší teplotě než skutečných 100 °C – bod varu je závislý na tlaku vzduchu) je možné konstatovat, že snímač teploty je v pořádku a závadu je nutno hledat ve vyhodnocovací části systému. V opačném případě je snímač teploty vadný a je nutné jej reklamovat (pokud je snímač v záruce), respektive ekologicky zlikvidovat a objednat snímač nový.

Příprava ledové tříště: kousky ledu (získané např. z ledničky – cca ¼ kg) zabalit do látky a roztlouci na kousky max. velikosti hrachu. Tuto ledovou drť vložit do nádoby a do ½ výšky drtě zalít co nejchladnější vodou. Směs nechat 10 minut za občasného zamíchání stabilizovat. Poté do ní vložit snímač.

8. Opravy

Záruční i pozáruční opravy výrobků provádí výrobce. Do opravy se výrobky zasílají v původním nebo rovnocenném obalu. Podmínka uznání záruční opravy je přiložení záručního listu snímače a nepoškozený identifikační štítek snímače.

9. Pamatujte obecných zkušeností

- Pocit tepelné pohody v místnosti není dán pouze teplotou v místnosti. Podílí se na něm i relativní vlhkost a proudění vzduchu.
- Ženy mají pocit tepelné pohody „posazen“ jinak než muži. Ženy mají vlastnost vnímat gradient poklesu teploty 0,1 °C/hod.
- Dva stejné komerční teploměry umístěné ve stejném místě nikdy neukazují stejnou teplotu.

Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)

Tato kapitola je zařazena pro rychlou orientaci ve značení krytí a vychází z normy ČSN EN 60 529.

Uspořádání IP kódu: **IP XY AH** kde:

První písmena kódu IP znamenají **Inretnatiomnal Protection** neboli mezinárodní ochrana.

X = první charakteristická číslice od 0 do 6 nebo písmeno X vyjadřuje stupeň ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles.

Y = druhá charakteristická číslice od 0 do 8 nebo písmeno X vyjadřuje stupeň ochrany proti vodě

A = nepovinné přídatné písmeno; viz. norma ČSN EN 60 529

H = nepovinné doplňkové písmeno; viz. norma ČSN EN 60 529

Význam první charakteristické číslice :

Číslice	Popis ochrany před dotykem	Popis ochrany před vniknutím cizích pevných těles
0	Nechráněno	Nechráněno
1	Chráněno před dotykem nebezpečných částí hřbetem ruky.	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 50 mm a větším
2	Chráněno před dotykem nebezpečných částí prstem.	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 12,5 mm a větším
3	Chráněno před dotykem nebezpečných částí nástrojem.	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 2,5 mm a větším
4	Chráněno před dotykem nebezpečných částí drátem.	Chráněno před vniknutím cizích pevných těles o průměru 1,0 mm a větším
5	Chráněno před dotykem nebezpečných částí drátem.	Chráněno před prachem, může však vniknout v množství, které neohrožuje bezpečnost a správnou funkci zařízení
6	Chráněno před dotykem nebezpečných částí drátem.	prachotěsné

Význam druhé charakteristické číslice (viz kapitola 14 normy ČSN EN 60 529) :

Číslice	Popis ochrany proti vodě	Definice
0	Nechráněno	-
1	Chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám	Svisle padající vodní kapky nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
2	Chráněno proti svisle padajícím vodním kapkám při náklonu krytu maximálně 15	Svisle padající vodní kapky nesmí způsobit žádné škodlivé účinky°, jestliže je kryt nakloněn až o 15° na kteroukoliv stranu od svislice.
3	Chráněno proti kroupení vodou (deštěm)	Voda rozstříkovaná pod úhlem až 60° nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
4	Chráněno proti stříkající vodě	Voda stříkající z jakéhokoliv směru nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
5	Chráněno proti tryskající vodě	Voda tryskající z trysek z libovolného směru proti krytu nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
6	Chráněno proti intenzivně tryskající vodě	Voda intenzivně tryskající z trysek z libovolného směru proti krytu nesmí způsobit žádné škodlivé účinky
7	Chráněno proti účinkům dočasného ponoření do vody	Při stanovení tlaku a čase nezpůsobuje množství vody vniklé do zařízení při dočasném ponoření zařízení škodlivé účinky
8	Chráněno proti účinkům trvalého ponoření do vody	Za podmínek dohodnutých mezi výrobcem a odběratelem, které však musí být přísnější než podmínky stanovené pro charakteristickou číslici 7, nesmí množství vody vniklé do zařízení způsobit při jeho trvalém ponoření škodlivé účinky. 1)
9	Chráněno proti tryskající vysokotlaké horké vodě	Voda o vysokém tlaku a vysoké teplotě tryskající z libovolného směru proti krytu nesmí způsobit žádné škodlivé účinky Pozn.: používá se rovněž označení IP X9 K , převzaté z normy DIN40050-9, kde K znamená vysokou teplotu vody (nad 80 °C).

- 1) Poznámka: Pokud není se zákazníkem dohodnuto jinak, krytí snímačů teploty Sensit do IP67 stanovuje výrobce. Garance krytí IP 68 a IP 69 musí být podloženo zkouškami v akreditované laboratoři a je součástí typových zkoušek.

Specifikace snímače teploty

Pokud zájemce o snímač teploty při jeho specifikaci nemá jasno, jaký typ snímače teploty z katalogu společnosti Sensit požaduje, měl by vědět, zda se jedná o snímač teploty s hlavicí a nebo s kabelem, přičemž je vždy důležité znát a uvést požadavky na aplikaci snímače.

Snímače s hlavicí

- Dle použití: interiér, venkovní prostředí, do potrubí, do klimatizace, příložený
- Plastová či kovová hlavice
- Typ snímacího prvku – Pt 100, Pt 1000, Ni 1000/5000, Ni 1000/6180
- Výstupní signál – 4 – 20mA, 0 – 10V – zde je nutné upřesnit teplotní rozsah
- Délka stonku – 70, 120, 180 mm.....
- Typ stonku – hladký, se šroubením ...
- Zapojení – 2, 3 a 4vodičové
- Třída přesnosti
- Speciální požadavky – speciální normy, otřesuvzdornost, nehořlavost atd.
- Požadavek na kalibraci – v kolika a jakých teplotách

Snímače s kabelem:

- Typ kabelu - dle teploty v aplikaci, stíněný, nestíněný, 2w, 3w nebo 4w
- Typ pouzdra – materiál a provedení
- Délka a materiál pouzdra, typ závitu
- Typ snímacího prvku – Pt 100, Pt 1000, Ni 1000/5000, Ni 1000/6180.....
- Třída přesnosti
- Délka kabelu a jeho ukončení
- Speciální požadavky – speciální normy, otřesuvzdornost, nehořlavost atd.
- Požadavek na kalibraci – v kolika a jakých teplotách

Standardní snímače teploty mohou být **modifikovány** – tzn. že zákazník může požadovat změnu některého z parametrů, které jsou uvedeny jako standardní. Jedná se většinou o délku stonku, rozměr šroubení, montáž dvou stejných a nebo rozdílných typů snímacího prvku do jednoho stonku popřípadě pouzdra, délka kabelu popřípadě jeho zakončení.

V případě, že zákazník požaduje náhradu za snímač teploty jiného výrobce (**náhrada**) a nebo snímač teploty podle své specifikace (**zakázkový snímač**), měl by pro posouzení možností výroby a následné vypracování co nejpřesnější nabídky poskytnout tyto informace:

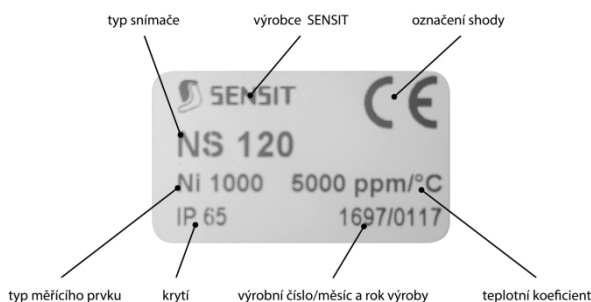
- Zaslat vzorek snímače teploty, pokud možno funkční a nebo nefunkční s informací o typu snímacího prvku
- Zaslat náčrtek (i ručně) nebo výkres, případně odkaz na požadovaný snímač v jakékoliv literatuře
- Popis, kde bude snímač umístěn, jaký teplotní rozsah a čeho měří teplotu, jakou nejvyšší teplotu musí vydržet,
- Požadavek na typ snímacího prvku

- Popis okolí snímače a samotné kabeláže (venkovní prostředí, kyselé prostředí, vysoká teplota, rychlé teplotní změny, vibrace, rázy atd.) požadavek na krytí (IP).
- Jak přesně se má měřit, jak daleko bude snímač teploty od vyhodnocovací jednotky.
- Speciální požadavky (splnění speciálních norem, otřesuvzdornost, nehořlavost, odolnost prostředí proti elektromagnetickému rušení, měření teploty předmětu pod napětím, slaná voda, prostředí s nebezpečím výbuchu, kryogenní teploty).
- Požadovaná časová konstanta.

V případě jakýchkoli dotazů či nejasností kontaktujte naše obchodní či technické oddělení telefonicky na čísle 571 625 571 a nebo e-mailem: obchod@sensit.cz .

Značení snímačů teploty Sensit

Snímače teploty Sensit jsou značeny jednak identifikačními štítky, které jsou umístěny na hlavicích, jednak identifikační bužírkou u kabelových snímačů teploty. Ta je obvykle umístěna, pokud není se zákazníkem dojednáno jinak, na kabelu cca 10 cm od jeho volného konce. Identifikační bužírka je navlečena na kabel a teplem smrštěna tak, že s ní nelze po kabelu bez použití násilí pohybovat. Význam údajů na identifikačním štítku a identifikační bužírce je patrná z obr.21 a 22.





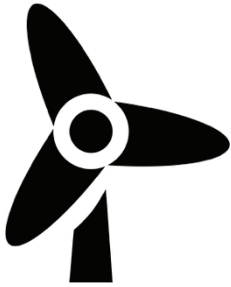

Obr. 21 – Význam údajů na identifikačním štítku

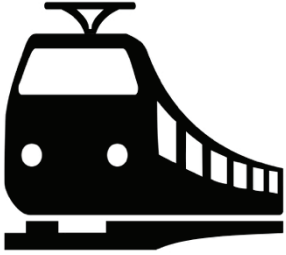





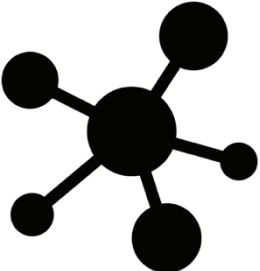

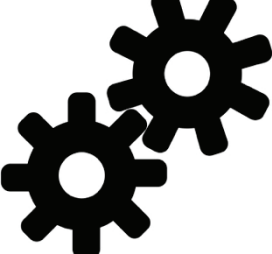

Obr. 22 – Význam údajů na identifikační bužírce

Segmenty aplikací odporových snímačů teploty Sensit.

Požadavky na provedení a vlastnosti odporových snímačů teploty se liší podle jejich použití v praxi. Dosavadní zkušenosti ukazují, že podle aplikace je možné rozdělit snímače teploty do těchto deseti segmentů.

Piktogram	Popis segmentu	Charakteristika segmentu a vlastnosti
	Teplárenství	<p>Fakturační měření spotřeby tepla – kalorimetry.</p> <p>Párované snímače teploty do jímek nebo přímo do potrubí pro měření teploty vstupní a výstupní vody; měření teploty páry.</p> <p>Měřicí rozsah 0 až 180 °C</p> <p>Pt 100, Pt 500, Pt 1000</p> <p>Splnění norem ČSN EN 60 751, ČSN EN 1434 a nařízení vlády č.120/2016 Sb.</p>
	Regulace vytápění	<p>Regulace vytápění v obytných a kancelářských a průmyslových prostorách, regulace v kotlích UT</p> <p>Snímače teploty do potrubí, exteriéru, interiéru, příložné, do kouřovodů.</p> <p>Měřicí rozsahy -50°C až 100°C, pro měření teploty kouřových spalin u kotlů na tuhá paliva až 800°C.</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p>
	Vzduchotechnika	<p>Klimatizační jednotky a systémy</p> <p>Snímače teploty, vlhkosti a proudění, integrovaná provedení do interiéru a vzduchotechnických potrubí, teplota exteriéru, příložné.</p> <p>Měřicí rozsahy -50°C až 200°C,</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p>
	Obnovitelné zdroje energie	<p>Tepelná čerpadla, větrné a malé vodní elektrárny, fototermika, geotermální vrty.</p> <p>Snímače teploty do potrubí, exteriéru, příložné, k zapuštění do kovových bloků.</p> <p>Teplotní rozsah -50 až 600 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p>

	<p>Kolejová vozidla</p>	<p>Lokomotivy, osobní vagóny, železniční soupravy, tramvaje (trolejbusy).</p> <p>Snímače teploty pro měření teploty povrchů, kovových bloků, vzduchu, chladících kapalin, olejů.</p> <p>Teplotní rozsah -50 až 600 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, DS18B20, převodníky CAN, aj.</p> <p>Otřesuvzdornost, elektrická bezpečnost, EMC, nehořlavost, splnění požadavků norem ČSN EN 50155, 61373, 50121-3-2 a 45545-2.</p>
	<p>Gumárenství a plastikářství</p>	<p>Gumárenské stroje a technologie.</p> <p>Snímače teploty pro měření teploty gumárenských a plastikářských směsí, kovových bloků, olejů, chladících kapalin.</p> <p>Teplotní rozsah -50 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p> <p>Snímače teploty splňují požadavky na krátkou časovou konstantu, odolnost proti tlaku, vibracím a abrazi.</p>
	<p>Zdravotnictví a bílá technika</p>	<p>Novorozenecké inkubátory, lékařské přístroje; pračky, ledničky, sušičky, žehliče, mikrovlnné trouby, vířivky, relaxační zařízení, kryogenní komory, autoklávy.</p> <p>Teplotní rozsah -200 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p> <p>Miniaturní rozměry.</p>
	<p>Potravinářství</p>	<p>Udírný, pekárenské pece, varny piva, pastéry, konvektomaty, mlékárenské provozy, masný průmysl, vinařství, repase potravinářských zařízení, lihovary, cukrovay.</p> <p>Snímače teploty s přírubou CLAMP nebo MILK, kabelové snímače teploty, vpichové teplotní sondy i vícebodové.</p> <p>Teplotní rozsah -30 až 300 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p> <p>Požítí potravinářských ocelí a materiálů</p>

	<p>Chemie, chemický průmysl</p>	<p>Výroba léčiv, výroba anorganické a organické chemie, kontrola skládek, drogerie, kosmetika.</p> <p>Teplotní rozsah -200 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p> <p>Požadavky na výbušné prostředí zóna II</p>
	<p>Věda a výzkum</p>	<p>Spolupráce s vysokými školami, technickými a výzkumnými centry, AVČR, laboratoře, zkušebny.</p> <p>Teplotní rozsah -200 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p> <p>Vysoká přesnost až 1/10B, stabilita.</p>
	<p>Stroje a zařízení</p>	<p>Nejširší segment z hlediska aplikací. Převodovky, ložiska, vinutí elektromotorů, statory, chladící kapaliny, bloky spalovacích motorů, kritická místa technologických procesů, jednoúčelové stroje a zařízení.</p> <p>Kabelové snímače teploty podle specifických požadavků.</p> <p>Teplotní rozsah -200 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p>
	<p>Zakázková výroba</p>	<p>Všechny aplikace, které se vyrábí jednorázově a nebo v jednotkových množstvích. Např.: měření teploty v bažantí líhni, měření teplotního profilu mostní vozovky, teplotního profilu vrtu tepelných čerpadel země – voda, a.p.</p> <p>Kabelové snímače teploty podle specifických požadavků.</p> <p>Teplotní rozsah -200 až 1 100 °C</p> <p>Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, NTC, PTC, DS18B20, termočlánky, aj.</p>

Platinová odporová čidla

Čidla teploty Pt 100, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkovrstvý platinový odpor
Maximální rozsah pracovních teplot	-200° až 800°C ¹⁾
Odpor při 0°C	100 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,03% po 1000 hod. při t = 400°C
Doporučený / max. stejnosměrný měřicí proud	Třída A: 0,5 mA / 1,2 mA ²⁾ Třída B: 0,8 mA / 2 mA ²⁾

¹⁾ Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií výroby snímače teploty.

²⁾ Platí pro teplotní rozsah -50 až +400 °C

Teplotní závislost odporu čidla je vyjádřena rovnicemi:

$$R = 100 (1 + At + Bt^2 + C (t-100) t^3) \quad \text{v rozsahu teplot } -200^\circ \text{ až } 0^\circ\text{C}$$

$$R = 100 (1 + At + Bt^2) \quad \text{v rozsahu teplot } 0^\circ \text{ až } 850^\circ\text{C}$$

kde: $A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $C = -4,183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

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

°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
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13

100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,46
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12	175,49
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19
410	250,53	250,88	251,22	251,56	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	316,60
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,30	335,62













670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	341,87
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	354,22
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	357,28
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	360,33
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	363,37
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	366,40
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	369,41
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	372,41
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	375,41
800	375,70									

Třídy přesnosti čidla

Teplota a [°C]	Odpor [Ω]	Třída AA		Třída A		Třída B		Třída C	
		ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]
-50	80,31	-	-	-	-	± 0,55	± 0,22	± 1,10	± 0,44
-30	88,22	-	-	± 0,21	± 0,08	± 0,45	± 0,18	± 0,90	± 0,35
0	100,00	± 0,10	± 0,04	± 0,15	± 0,06	± 0,30	± 0,12	± 0,60	± 0,23
25	109,73	± 0,14	± 0,06	± 0,20	± 0,08	± 0,43	± 0,17	± 0,85	± 0,33
100	138,51	± 0,27	± 0,10	± 0,35	± 0,13	± 0,80	± 0,30	± 1,60	± 0,61
150	157,33	± 0,36	± 0,13	± 0,45	± 0,17	± 1,05	± 0,39	± 2,10	± 0,78
200	175,86	-	-	± 0,55	± 0,20	± 1,30	± 0,48	± 2,60	± 0,96
300	212,05	-	-	± 0,75	± 0,27	± 1,80	± 0,64	± 3,60	± 1,28
400	247,09	-	-	-	-	± 2,30	± 0,79	± 4,60	± 1,59
500		-	-	-	-	± 2,80	± 0,93	± 5,60	± 1,87
600		-	-	-	-	-	-	± 6,60	± 2,12

Pozn.: výše uvedené vztahy jsou podle ČSN EN 60 751 platné jen pro teplotní intervaly dané tabulkou.

Použití čidel: Čidla Pt 100 jsou nejrozšířenějším typem odporových čidel teploty. Nejčastěji jsou používána v měřicí a regulační technice, v potravinářství, v automobilovém průmyslu, v meteorologii atd. Jsou podporována většinou výrobci v oblasti MaR. Důležitou oblastí použití jsou přesná měření. Čidla Pt 100 se používá v laboratořích, při fakturačních měřeních a také při výrobě etalonů pro kalibraci ostatních snímačů teploty či teploměřů.

 Teplárenství	 Vytápěcí systémy	 Vzducho-technika	 Alter. zdroje	 Kolejová vozidla	 Gumárenství	 Zdravotnictví	 Gastronomie	 Strojírenství	 Zakázková výroba
 Chemický průmysl	 Věda a výzkum								

Poznámky:

Čidla teploty Pt 100, $\alpha = 3,91 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkvrstvý platinový odpor
Maximální rozsah pracovních teplot	-50 až 400 °C *
Odpor při 0 °C	100 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,05% po 1000 hod při teplotě 400 °C
Doporučený / maximální stejnosměrný měřicí	0,3mA / 1mA

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií

Poznámka: Snímače teplot Pt 100 s touto charakteristikou bývají součástí zařízení z Ruska a nebo ze zemí bývalého Sovětského Svazu. Jejich vlastnosti popisuje norma GOST 6651 - 2009

Teplotní závislost odporu čidla je vyjádřena rovnicí

$$R = 100 (1 + At + Bt^2 + C (t-100) t^3) \quad \text{v rozsahu teplot } -200 \text{ až } 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R = 100 (1 + At + Bt^2) \quad \text{v rozsahu teplot } 0 \text{ až } 850 \text{ } ^\circ\text{C}$$

kde: $A = 3,969 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $B = -5,841 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $C = -4,330 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	80,00									
-40	84,03	83,62	83,22	82,82	82,42	82,02	81,61	81,21	80,81	80,40
-30	88,04	87,64	87,24	86,84	86,44	86,03	85,63	85,23	84,83	84,43
-20	92,04	91,64	91,24	90,84	90,44	90,04	89,64	89,24	88,84	88,44
-10	96,03	95,63	95,23	94,83	94,43	94,03	93,63	93,24	92,84	92,44
0	100,00	99,60	99,21	98,81	98,41	98,01	97,62	97,22	96,82	96,42

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,40	100,79	101,19	101,59	101,98	102,38	102,78	103,17	103,57
10	103,96	104,36	104,75	105,15	105,55	105,94	106,34	106,73	107,13	107,52
20	107,91	108,31	108,70	109,10	109,49	109,89	110,28	110,67	111,07	111,46
30	111,85	112,25	112,64	113,03	113,43	113,82	114,21	114,61	115,00	115,39
40	115,78	116,17	116,57	116,96	117,35	117,74	118,13	118,53	118,92	119,31
50	119,70	120,09	120,48	120,87	121,26	121,65	122,04	122,43	122,82	123,21
60	123,60	123,99	124,38	124,77	125,16	125,55	125,94	126,33	126,72	127,11
70	127,50	127,89	128,27	128,66	129,05	129,44	129,83	130,21	130,60	130,99
80	131,38	131,77	132,15	132,54	132,93	133,31	133,70	134,09	134,47	134,86
90	135,25	135,63	136,02	136,41	136,79	137,18	137,56	137,95	138,34	138,72
100	139,11	139,49	139,88	140,26	140,65	141,03	141,42	141,80	142,18	142,57
110	142,95	143,34	143,72	144,10	144,49	144,87	145,25	145,64	146,02	146,40
120	146,79	147,17	147,55	147,94	148,32	148,70	149,08	149,46	149,85	150,23
130	150,61	150,99	151,37	151,75	152,14	152,52	152,90	153,28	153,66	154,04
140	154,42	154,80	155,18	155,56	155,94	156,32	156,70	157,08	157,46	157,84
150	158,22	158,60	158,98	159,36	159,74	160,12	160,49	160,87	161,25	161,63
160	162,01	162,39	162,76	163,14	163,52	163,90	164,28	164,65	165,03	165,41
170	165,78	166,16	166,54	166,92	167,29	167,67	168,05	168,42	168,80	169,17
180	169,55	169,93	170,30	170,68	171,05	171,43	171,80	172,18	172,55	172,93
190	173,30	173,68	174,05	174,43	174,80	175,17	175,55	175,92	176,30	176,67
200	177,04	177,42	177,79	178,16	178,54	178,91	179,28	179,66	180,03	180,40
210	180,77	181,15	181,52	181,89	182,26	182,63	183,01	183,38	183,75	184,12
220	184,49	184,86	185,23	185,60	185,97	186,35	186,72	187,09	187,46	187,83

230	188,20	188,57	188,94	189,31	189,68	190,05	190,4	190,78	191,15	191,52
240	191,89	192,26	192,63	193,00	193,37	193,73	194,10	194,47	194,84	195,21
250	195,57	195,94	196,31	196,68	197,04	197,41	197,78	198,15	198,51	198,88
260	199,25	199,61	199,98	200,34	200,71	201,08	201,44	201,81	202,17	202,54
270	202,90	203,27	203,64	204,00	204,37	204,73	205,09	205,46	205,82	206,19
280	206,55	206,92	207,28	207,64	208,01	208,37	208,74	209,10	209,46	209,83
290	210,19	210,55	210,91	211,28	211,64	212,00	212,36	212,73	213,09	213,45
300	213,81	214,17	214,54	214,90	215,26	215,62	215,98	216,34	216,70	217,07
310	217,43	217,79	218,15	218,51	218,87	219,23	219,59	219,95	220,31	220,67
320	221,03	221,39	221,75	222,10	222,46	222,82	223,18	223,54	223,90	224,26
330	224,62	224,97	225,33	225,69	226,05	226,41	226,76	227,12	227,48	227,84
340	228,19	228,55	228,91	229,26	229,62	229,98	230,33	230,69	231,05	231,40
350	231,76	232,12	232,47	232,83	233,18	233,54	233,89	234,25	234,60	234,96
360	235,31	235,67	236,02	236,38	236,73	237,09	237,44	237,80	238,15	238,50
370	238,86	239,21	239,56	239,92	240,27	240,62	240,98	241,33	241,68	242,04
380	242,39	242,74	243,09	243,44	243,80	244,15	244,50	244,85	245,20	245,56
390	245,91	246,26	246,61	246,96	247,31	247,66	248,01	248,36	248,71	249,06
400	249,41									

Třídy přesnosti čidla













Přestože se norma ČSN EN 60 571 netýká Pt 100/3911, lze s jistou mírou pravděpodobnosti dovodit, že i tato čidla můžeme zařadit do dvou základních tříd přesnosti, vyjádřenými těmito vztahy:

	pro $-50^{\circ}\text{C} \leq t \leq 400^{\circ}\text{C}$
Třída A	$\Delta T = \pm (0,15 + 0,002 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$
Třída B	$\Delta T = \pm (0,30 + 0,005 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$

* | t | je absolutní hodnota teploty.

Teplota [$^{\circ}\text{C}$]	Odpor [Ω]	Třída A		Třída B	
		ΔT [$^{\circ}\text{C}$]	ΔR [Ω]	ΔT [$^{\circ}\text{C}$]	ΔR [Ω]
-50	80,00	$\pm 0,25$	$\pm 0,10$	$\pm 0,55$	$\pm 0,22$
0	100,00	$\pm 0,15$	$\pm 0,06$	$\pm 0,30$	$\pm 0,12$
100	139,11	$\pm 0,35$	$\pm 0,13$	$\pm 0,80$	$\pm 0,30$
200	177,04	$\pm 0,55$	$\pm 0,20$	$\pm 1,30$	$\pm 0,47$
400	249,44	$\pm 0,95$	$\pm 0,33$	$\pm 2,30$	$\pm 0,79$

Použití čidel:

 Teplárenství	 Vytápěcí systémy	 Vzducho-technika	 Alter. zdroje	 Kolejová vozidla	 Gumárenství	 Zdravotnictví	 Gastronomie	 Strojrenství	 Zakázková výroba
 Chemický průmysl	 Věda a výzkum								

Čidla teploty Pt 500, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkvrstvý platinový odpor
Maximální rozsah pracovních teplot	-200° až 800°C *
Odpor při 0°C	500 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,03% po 1000 hod. při t = 400°C
Doporučený / max. stejnosměrný měřicí proud	0,5mA / 1,5mA

1) Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií výroby snímačů teploty.

Teplotní závislost odporu čidla je vyjádřena rovnicemi:

$$R = 500 (1 + At + Bt^2 + C (t-100) t^3) \quad \text{v rozsahu teplot } -200^\circ \text{ až } 0^\circ\text{C}$$

$$R = 500 (1 + At + Bt^2) \quad \text{v rozsahu teplot } 0^\circ \text{ až } 850^\circ\text{C}$$

kde: $A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $C = -4,183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	401,53									
-40	421,35	419,37	417,39	415,41	413,43	411,45	409,47	407,49	405,50	403,52
-30	441,11	439,14	437,16	435,19	433,21	431,24	429,26	427,29	425,31	423,33
-20	460,80	458,83	456,87	454,90	452,93	450,96	448,99	447,02	445,05	443,08
-10	480,43	478,47	476,51	474,55	472,58	470,62	468,66	466,69	464,73	462,77
0	500,00	498,05	496,09	494,13	492,18	490,22	488,26	486,31	484,35	482,39

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	500,00	501,95	503,91	505,86	507,81	509,76	511,71	513,66	515,61	517,56
10	519,51	521,46	523,41	525,36	527,30	529,25	531,19	533,14	535,08	537,02
20	538,97	540,91	542,85	544,79	546,73	548,67	550,61	552,55	554,49	556,43
30	558,36	560,30	562,24	564,17	566,11	568,04	569,98	571,91	573,84	575,77
40	577,70	579,63	581,56	583,49	585,42	587,35	589,28	591,21	593,13	595,06
50	596,99	598,91	600,84	602,76	604,68	606,60	608,53	610,45	612,37	614,29
60	616,21	618,13	620,05	621,97	623,88	625,80	627,72	629,63	631,55	633,46
70	635,38	637,29	639,20	641,11	643,03	644,94	646,85	648,76	650,67	652,58
80	654,48	656,39	658,30	660,21	662,11	664,02	665,92	667,83	669,73	671,63
90	673,53	675,44	677,34	679,24	681,14	683,04	684,94	686,84	688,73	690,63
100	692,53	694,42	696,32	698,21	700,11	702,00	703,90	705,79	707,68	709,57
110	711,46	713,35	715,24	717,13	719,02	720,91	722,80	724,68	726,57	728,45
120	730,34	732,22	734,11	735,99	737,87	739,76	741,64	743,52	745,40	747,28
130	749,16	751,04	752,92	754,79	756,67	758,55	760,42	762,30	764,17	766,05
140	767,92	769,79	771,67	773,54	775,41	777,28	779,15	781,02	782,89	784,76
150	786,63	788,49	790,36	792,23	794,09	795,96	797,82	799,68	801,55	803,41
160	805,27	807,13	808,99	810,85	812,71	814,57	816,43	818,29	820,15	822,00
170	823,86	825,72	827,57	829,43	831,28	833,13	834,99	836,84	838,69	840,54
180	842,39	844,24	846,09	847,94	849,79	851,64	853,48	855,33	857,17	859,02
190	860,86	862,71	864,55	866,40	868,24	870,08	871,92	873,76	875,60	877,44
200	879,28	881,12	882,96	884,79	886,63	888,47	890,30	892,14	893,97	895,80
210	897,64	899,47	901,30	903,13	904,96	906,79	908,62	910,45	912,28	914,11
220	915,94	917,76	919,59	921,42	923,24	925,07	926,89	928,71	930,54	932,36
230	934,18	936,00	937,82	939,64	941,46	943,28	945,10	946,91	948,73	950,55
240	952,36	954,18	955,99	957,81	959,62	961,43	963,25	965,06	966,87	968,68
250	970,49	972,30	974,11	975,92	977,73	979,53	981,34	983,14	984,95	986,76

260	988,56	990,36	992,17	993,97	995,77	997,57	999,37	1001,17	1002,97	1004,77
270	1006,57	1008,37	1010,17	1011,96	1013,76	1015,55	1017,35	1019,14	1020,94	1022,73
280	1024,52	1026,32	1028,11	1029,90	1031,69	1033,48	1035,27	1037,06	1038,85	1040,63
290	1042,42	1044,21	1045,99	1047,78	1049,56	1051,35	1053,13	1054,91	1056,69	1058,48
300	1060,26	1062,04	1063,82	1065,60	1067,38	1069,15	1070,93	1072,71	1074,49	1076,26
310	1078,04	1079,81	1081,59	1083,36	1085,13	1086,91	1088,68	1090,45	1092,22	1093,99
320	1095,76	1097,53	1099,30	1101,07	1102,83	1104,60	1106,37	1108,13	1109,90	1111,66
330	1113,42	1115,19	1116,95	1118,71	1120,47	1122,24	1124,00	1125,76	1127,51	1129,27
340	1131,03	1132,79	1134,55	1136,30	1138,06	1139,81	1141,57	1143,32	1145,08	1146,83
350	1148,58	1150,33	1152,08	1153,83	1155,58	1157,33	1159,08	1160,83	1162,58	1164,33
360	1166,07	1167,82	1169,56	1171,31	1173,05	1174,80	1176,54	1178,28	1180,02	1181,76
370	1183,51	1185,25	1186,99	1188,72	1190,46	1192,20	1193,94	1195,67	1197,41	1199,15
380	1200,88	1202,62	1204,35	1206,08	1207,82	1209,55	1211,28	1213,01	1214,74	1216,47
390	1218,20	1219,93	1221,66	1223,38	1225,11	1226,84	1228,56	1230,29	1232,01	1233,74
400	1235,46	1237,18	1238,91	1240,63	1242,35	1244,07	1245,79	1247,51	1249,23	1250,94
410	1252,66	1254,38	1256,10	1257,81	1259,53	1261,24	1262,96	1264,67	1266,38	1268,10
420	1269,81	1271,52	1273,23	1274,94	1276,65	1278,36	1280,07	1281,77	1283,48	1285,19
430	1286,89	1288,60	1290,31	1292,01	1293,71	1295,42	1297,12	1298,82	1300,52	1302,22
440	1303,92	1305,62	1307,32	1309,02	1310,72	1312,42	1314,11	1315,81	1317,51	1319,20
450	1320,90	1322,59	1324,28	1325,98	1327,67	1329,36	1331,05	1332,74	1334,43	1336,12
460	1337,81	1339,50	1341,19	1342,87	1344,56	1346,24	1347,93	1349,61	1351,30	1352,98
470	1354,67	1356,35	1358,03	1359,71	1361,39	1363,07	1364,75	1366,43	1368,11	1369,79
480	1371,46	1373,14	1374,82	1376,49	1378,17	1379,84	1381,52	1383,19	1384,86	1386,53
490	1388,20	1389,88	1391,55	1393,22	1394,88	1396,55	1398,22	1399,89	1401,56	1403,22
500	1404,89	1406,55	1408,22	1409,88	1411,54	1413,21	1414,87	1416,53	1418,19	1419,85
510	1421,51	1423,17	1424,83	1426,49	1428,15	1429,80	1431,46	1433,12	1434,77	1436,43
520	1438,08	1439,73	1441,39	1443,04	1444,69	1446,34	1447,99	1449,64	1451,29	1452,94
530	1454,59	1456,24	1457,88	1459,53	1461,18	1462,82	1464,47	1466,11	1467,76	1469,40
540	1471,04	1472,68	1474,32	1475,97	1477,61	1479,25	1480,88	1482,52	1484,16	1485,80
550	1487,44	1489,07	1490,71	1492,34	1493,98	1495,61	1497,24	1498,88	1500,51	1502,14
560	1503,77	1505,40	1507,03	1508,66	1510,29	1511,92	1513,55	1515,17	1516,80	1518,43
570	1520,05	1521,68	1523,30	1524,92	1526,55	1528,17	1529,79	1531,41	1533,03	1534,65
580	1536,27	1537,89	1539,51	1541,13	1542,74	1544,36	1545,98	1547,59	1549,21	1550,82
590	1552,43	1554,05	1555,66	1557,27	1558,88	1560,49	1562,10	1563,71	1565,32	1566,93
600	1568,54									

Třídy přesnosti čidla

Teplota a [°C]	Odpor [Ω]	Třída AA		Třída A		Třída B		Třída C	
		ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]
-50	401,53	-	-	-	-	± 0,55	± 1,09	± 1,10	± 2,18
-30	441,11	-	-	± 0,21	± 0,41	± 0,45	± 0,89	± 0,90	± 1,77
0	500,00	± 0,10	± 0,20	± 0,15	± 0,29	± 0,30	± 0,59	± 0,60	± 1,17
25	548,67	± 0,14	± 0,28	± 0,20	± 0,39	± 0,43	± 0,82	± 0,85	± 1,65
100	692,53	± 0,27	± 0,51	± 0,35	± 0,66	± 0,80	± 1,52	± 1,60	± 3,03
150	786,63	± 0,36	± 0,66	± 0,45	± 0,84	± 1,05	± 1,96	± 2,10	± 3,92
200	879,28	-	-	± 0,55	± 1,01	± 1,30	± 2,39	± 2,60	± 4,78
300	1060,26	-	-	± 0,75	± 1,34	± 1,80	± 3,21	± 3,60	± 6,41
400	1235,46	-	-	-	-	± 2,30	± 3,96	± 4,60	± 7,93
500	1404,89	-	-	-	-	± 2,80	± 4,66	± 5,60	± 9,33
600	1568,54	-	-	-	-	-	-	± 6,60	± 10,61

Pozn.: výše uvedené vztahy jsou podle ČSN EN 60 751 platné jen pro teplotní intervaly dané tabulkou.

Použití čidel:



Poznámky:

Čidla teploty Pt 1000, $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkovrstvý platinový odpor
Maximální rozsah pracovních teplot	-200° až 800°C ¹⁾
Odpor při 0°C	1000 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,03% po 1000 hod. při t = 400°C
Doporučený / maximální stejnosměrný měřicí proud	Třída A: 0,2 mA / 0,5 mA ²⁾ Třída B: 0,3 mA / 0,8 mA ²⁾

1) Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií.

2) Platí pro teplotní rozsah -50 až +400 °C

Teplotní závislost odporu čidla je vyjádřena rovnicemi:

$$R = 1000 (1 + At + Bt^2 + C (t-100) t^3)$$

v rozsahu teplot -200° až 0 °C

$$R = 1000 (1 + At + Bt^2)$$

v rozsahu teplot 0° až 850 °C

kde: $A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $C = -4,183 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	185,20									
-190	228,25	223,97	219,67	215,38	211,08	206,77	202,47	198,15	193,84	189,52
-180	270,96	266,71	262,45	258,19	253,92	249,65	245,38	241,10	236,82	232,54
-170	313,35	309,13	304,90	300,67	296,43	292,20	287,96	283,71	279,47	275,22
-160	355,43	351,24	347,04	342,84	338,64	334,43	330,22	326,01	321,79	317,57
-150	397,23	393,06	388,89	384,72	380,55	376,37	372,19	368,00	363,82	359,63
-140	438,76	434,62	430,48	426,33	422,18	418,03	413,88	409,72	405,56	401,40
-130	480,05	475,93	471,81	467,69	463,56	459,44	455,31	451,17	447,04	442,90
-120	521,10	517,00	512,91	508,81	504,70	500,60	496,49	492,39	488,28	484,16
-110	561,93	557,86	553,78	549,70	545,62	541,54	537,46	533,37	529,28	525,19
-100	602,56	598,50	594,45	590,39	586,33	582,27	578,21	574,14	570,07	566,00
-90	643,00	638,96	634,92	630,88	626,84	622,80	618,76	614,71	610,66	606,61
-80	683,25	679,24	675,22	671,19	667,17	663,15	659,12	655,09	651,06	647,03
-70	723,35	719,34	715,34	711,34	707,33	703,32	699,31	695,30	691,29	687,27
-60	763,28	759,29	755,30	751,31	747,32	743,33	739,33	735,34	731,34	727,35
-50	803,06	799,09	795,12	791,14	787,17	783,19	779,21	775,23	771,25	767,26
-40	842,71	838,75	834,79	830,83	826,87	822,90	818,94	814,97	811,00	807,03
-30	882,22	878,27	874,32	870,38	866,43	862,48	858,53	854,57	850,62	846,66
-20	921,60	917,67	913,73	909,80	905,86	901,92	897,98	894,04	890,10	886,16
-10	960,86	956,94	953,02	949,09	945,17	941,24	937,32	933,39	929,46	925,53
0	1000,00	996,09	992,18	988,27	984,36	980,44	976,53	972,61	968,70	964,78

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,00	1003,91	1007,81	1011,72	1015,62	1019,53	1023,43	1027,33	1031,23	1035,13
10	1039,03	1042,92	1046,82	1050,71	1054,60	1058,49	1062,38	1066,27	1070,16	1074,05
20	1077,94	1081,82	1085,70	1089,59	1093,47	1097,35	1101,23	1105,10	1108,98	1112,86
30	1116,73	1120,60	1124,47	1128,35	1132,21	1136,08	1139,95	1143,82	1147,68	1151,55
40	1155,41	1159,27	1163,13	1166,99	1170,85	1174,70	1178,56	1182,41	1186,27	1190,12
50	1193,97	1197,82	1201,67	1205,52	1209,36	1213,21	1217,05	1220,90	1224,74	1228,58
60	1232,42	1236,26	1240,09	1243,93	1247,77	1251,60	1255,43	1259,26	1263,09	1266,92
70	1270,75	1274,58	1278,40	1282,23	1286,05	1289,87	1293,70	1297,52	1301,33	1305,15
80	1308,97	1312,78	1316,60	1320,41	1324,22	1328,03	1331,84	1335,65	1339,46	1343,26
90	1347,07	1350,87	1354,68	1358,48	1362,28	1366,08	1369,87	1373,67	1377,47	1381,26
100	1385,06	1388,85	1392,64	1396,43	1400,22	1404,00	1407,79	1411,58	1415,36	1419,14

110	1422,93	1426,71	1430,49	1434,26	1438,04	1441,82	1445,59	1449,37	1453,14	1456,91
120	1460,68	1464,45	1468,22	1471,98	1475,75	1479,51	1483,28	1487,04	1490,80	1494,56
130	1498,32	1502,08	1505,83	1509,59	1513,34	1517,10	1520,85	1524,60	1528,35	1532,10
140	1535,84	1539,59	1543,33	1547,08	1550,82	1554,56	1558,30	1562,04	1565,78	1569,52
150	1573,25	1576,99	1580,72	1584,45	1588,18	1591,91	1595,64	1599,37	1603,09	1606,82
160	1610,54	1614,27	1617,99	1621,71	1625,43	1629,15	1632,86	1636,58	1640,30	1644,01
170	1647,72	1651,43	1655,14	1658,85	1662,56	1666,27	1669,97	1673,68	1677,38	1681,08
180	1684,78	1688,48	1692,18	1695,88	1699,58	1703,27	1706,96	1710,66	1714,35	1718,04
190	1721,73	1725,42	1729,10	1732,79	1736,48	1740,16	1743,84	1747,52	1751,20	1754,88
200	1758,56	1762,24	1765,91	1769,59	1773,26	1776,93	1780,60	1784,27	1787,94	1791,61
210	1795,28	1798,94	1802,60	1806,27	1809,93	1813,59	1817,25	1820,91	1824,56	1828,22
220	1831,88	1835,53	1839,18	1842,83	1846,48	1850,13	1853,78	1857,43	1861,07	1864,72
230	1868,36	1872,00	1875,64	1879,28	1882,92	1886,56	1890,19	1893,83	1897,46	1901,10
240	1904,73	1908,36	1911,99	1915,62	1919,24	1922,87	1926,49	1930,12	1933,74	1937,36
250	1940,98	1944,60	1948,22	1951,83	1955,45	1959,06	1962,68	1966,29	1969,90	1973,51
260	1977,12	1980,73	1984,33	1987,94	1991,54	1995,14	1998,75	2002,35	2005,95	2009,54
270	2013,14	2016,74	2020,33	2023,93	2027,52	2031,11	2034,70	2038,29	2041,88	2045,46
280	2049,05	2052,63	2056,22	2059,80	2063,38	2066,96	2070,54	2074,11	2077,69	2081,27
290	2084,84	2088,41	2091,98	2095,55	2099,12	2102,69	2106,26	2109,82	2113,39	2116,95
300	2120,52	2124,08	2127,64	2131,20	2134,75	2138,31	2141,87	2145,42	2148,97	2152,52
310	2156,08	2159,62	2163,17	2166,72	2170,27	2173,81	2177,36	2180,90	2184,44	2187,98
320	2191,52	2195,06	2198,60	2202,13	2205,67	2209,20	2212,73	2216,26	2219,79	2223,32
330	2226,85	2230,38	2233,90	2237,43	2240,95	2244,47	2247,99	2251,51	2255,03	2258,55
340	2262,06	2265,58	2269,09	2272,60	2276,12	2279,63	2283,14	2286,64	2290,15	2293,66
350	2297,16	2300,66	2304,17	2307,67	2311,17	2314,67	2318,16	2321,66	2325,16	2328,65
360	2332,14	2335,64	2339,13	2342,62	2346,10	2349,59	2353,08	2356,56	2360,05	2363,53
370	2367,01	2370,49	2373,97	2377,45	2380,93	2384,40	2387,88	2391,35	2394,82	2398,29
380	2401,76	2405,23	2408,70	2412,17	2415,63	2419,10	2422,56	2426,02	2429,48	2432,94
390	2436,40	2439,86	2443,31	2446,77	2450,22	2453,67	2457,13	2460,58	2464,03	2467,47
400	2470,92	2474,37	2477,81	2481,25	2484,70	2488,14	2491,58	2495,02	2498,45	2501,89
410	2505,33	2508,76	2512,19	2515,62	2519,06	2522,48	2525,91	2529,34	2532,77	2536,19
420	2539,62	2543,04	2546,46	2549,88	2553,30	2556,72	2560,13	2563,55	2566,96	2570,38
430	2573,79	2577,20	2580,61	2584,02	2587,43	2590,83	2594,24	2597,64	2601,05	2604,45
440	2607,85	2611,25	2614,65	2618,04	2621,44	2624,83	2628,23	2631,62	2635,01	2638,40
450	2641,79	2645,18	2648,57	2651,95	2655,34	2658,72	2662,10	2665,48	2668,86	2672,24
460	2675,62	2679,00	2682,37	2685,74	2689,12	2692,49	2695,86	2699,23	2702,60	2705,97
470	2709,33	2712,70	2716,06	2719,42	2722,78	2726,14	2729,50	2732,86	2736,22	2739,57
480	2742,93	2746,28	2749,63	2752,98	2756,33	2759,68	2763,03	2766,38	2769,72	2773,07
490	2776,41	2779,75	2783,09	2786,43	2789,77	2793,11	2796,44	2799,78	2803,11	2806,44
500	2809,78	2813,11	2816,43	2819,76	2823,09	2826,41	2829,74	2833,06	2836,38	2839,71
510	2843,03	2846,34	2849,66	2852,98	2856,29	2859,61	2862,92	2866,23	2869,54	2872,85
520	2876,16	2879,47	2882,77	2886,08	2889,38	2892,68	2895,99	2899,29	2902,58	2905,88
530	2909,18	2912,47	2915,77	2919,06	2922,35	2925,65	2928,94	2932,22	2935,51	2938,80
540	2942,08	2945,37	2948,65	2951,93	2955,21	2958,49	2961,77	2965,05	2968,32	2971,60
550	2974,87	2978,14	2981,42	2984,69	2987,95	2991,22	2994,49	2997,75	3001,02	3004,28
560	3007,54	3010,80	3014,06	3017,32	3020,58	3023,84	3027,09	3030,35	3033,60	3036,85
570	3040,10	3043,35	3046,60	3049,85	3053,09	3056,34	3059,58	3062,82	3066,06	3069,30
580	3072,54	3075,78	3079,02	3082,25	3085,49	3088,72	3091,95	3095,18	3098,41	3101,64
590	3104,87	3108,10	3111,32	3114,54	3117,77	3120,99	3124,21	3127,43	3130,65	3133,86
600	3137,08	3140,29	3143,51	3146,72	3149,93	3153,14	3156,35	3159,56	3162,77	3165,97
610	3169,18	3172,38	3175,58	3178,78	3181,98	3186,18	3188,38	3191,57	3194,77	3197,96
620	3201,15	3204,35	3207,54	3210,73	3213,91	3217,10	3220,29	3223,47	3226,66	3229,84
630	3233,02	3236,20	3239,38	3242,56	3245,73	3248,91	3252,08	3255,26	3258,43	3261,60
640	3264,77	3267,94	3271,10	3274,27	3277,44	3280,60	3283,76	3286,92	3290,08	3293,24
650	3296,40	3299,56	3302,71	3305,87	3309,02	3312,17	3315,33	3318,48	3321,62	3324,77
660	3327,92	3331,06	3334,21	3337,35	3340,49	3343,63	3346,77	3349,91	3353,05	3356,19
670	3359,32	3362,46	3365,59	3368,72	3371,85	3374,98	3378,11	3381,23	3384,36	3387,48













680	3390,61	3393,73	3396,85	3399,97	3403,09	3406,21	3409,32	3412,44	3415,55	3418,67
690	3421,78	3424,89	3428,00	3431,11	3434,22	3437,32	3440,43	3443,53	3446,63	3449,73
700	3452,83	3455,93	3459,03	3462,13	3465,22	3468,32	3471,41	3474,51	3477,60	3480,69
710	3483,78	3486,86	3489,95	3493,03	3496,12	3499,20	3502,28	3505,36	3508,44	3511,52
720	3514,60	3517,68	3520,75	3523,82	3526,90	3529,97	3533,04	3536,11	3539,18	3542,24
730	3545,31	3548,37	3551,44	3554,50	3557,56	3560,62	3563,68	3566,74	3569,79	3572,85
740	3575,90	3578,96	3582,01	3585,06	3588,11	3591,16	3594,20	3597,25	3600,29	3603,34
750	3606,38	3609,42	3612,46	3615,50	3618,54	3621,58	3624,61	3627,65	3630,68	3633,71
760	3636,74	3639,77	3642,80	3645,83	3648,86	3651,88	3654,91	3657,93	3660,95	3663,97
770	3666,99	3670,01	3673,03	3676,04	3679,06	3682,07	3685,08	3688,10	3691,11	3694,11
780	3697,12	3700,13	3703,14	3706,14	3709,14	3712,15	3715,15	3718,15	3721,15	3724,14
790	3727,14	3730,13	3733,13	3736,12	3739,11	3742,10	3745,09	3748,08	3751,07	3754,06
800	3757,04									

Třídy přesnosti čidla

Teplota [°C]	Odpor [Ω]	Třída AA		Třída A		Třída B		Třída C	
		ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]
-50	803,06	-	-	-	-	± 0,55	± 2,18	± 1,10	± 4,36
-30	882,22	-	-	± 0,21	± 0,83	± 0,45	± 1,77	± 0,90	± 3,55
0	1000,00	± 0,10	± 0,39	± 0,15	± 0,59	± 0,30	± 1,17	± 0,60	± 2,34
25	1097,35	± 0,14	± 0,55	± 0,20	± 0,78	± 0,43	± 1,65	± 0,85	± 3,30
100	1385,06	± 0,27	± 1,02	± 0,35	± 1,33	± 0,80	± 3,03	± 1,60	± 6,07
150	1573,25	± 0,36	± 1,33	± 0,45	± 1,68	± 1,05	± 3,92	± 2,10	± 7,84
200	1758,56	-	-	± 0,55	± 2,02	± 1,30	± 4,78	± 2,60	± 9,56
300	2120,52	-	-	± 0,75	± 2,67	± 1,80	± 6,41	± 3,60	± 12,82
400	2470,92	-	-	-	-	± 2,30	± 7,93	± 4,60	± 15,85
500	2809,78	-	-	-	-	± 2,80	± 9,33	± 5,60	± 18,65
600	3137,08	-	-	-	-	-	-	± 6,60	± 21,22

Pozn.: výše uvedené vztahy jsou podle ČSN EN 60 751 platné jen pro teplotní intervaly dané tabulkou.

Použití čidel:

 Teplárenství	 Vytápěcí systémy	 Vzducho-technika	 Alter. zdroje	 Kolejová vozidla	 Gumárenství	 Zdravotnictví	 Gastronomie	 Strojírenství	 Zakázková výroba
 Chemický průmysl	 Věda a výzkum								

Niklová odporová čidla

Čidla teploty Ni 891

Základní technické parametry

Snímací prvek	Tenkvrstvý niklový odpor
Rozsah pracovních teplot	-50 až 200 °C *
Odpor při 0 °C	891,1 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,1%; po 1000 hod při teplotě 150 °C
Doporučený / maximální ss měřící proud	0,3 mA / 1 mA

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií

Teplotní závislost odporu čidla v rozsahu teplot -50 až 200 °C je vyjádřena rovnicí

$$R = 891,05945(1 + At + Bt^2 + Ct^3)$$

kde: $A = 5,64742 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$
 $B = 6,69504 \cdot 10^{-6} \text{ °C}^{-2}$
 $C = 5,68816 \cdot 10^{-9} \text{ °C}^{-3}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	653,7									
-40	699,0	694,4	689,9	685,3	680,8	676,2	671,7	667,2	662,7	658,2
-30	745,3	740,6	736,0	731,3	726,7	722,0	717,4	712,8	708,2	703,6
-20	792,8	788,0	783,2	778,4	773,7	768,9	764,2	759,4	754,7	750,0
-10	841,3	836,4	831,5	826,6	821,8	816,9	812,1	807,2	802,4	797,6
0	891,1	886,0	881,0	876,0	871,0	866,0	861,1	856,1	851,2	846,2

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	891,1	896,1	901,1	906,2	911,3	916,4	921,5	926,6	931,7	936,8
10	942,0	947,1	952,3	957,5	962,7	967,9	973,1	978,4	983,6	988,9
20	994,1	999,4	1004,7	1010,0	1015,3	1020,7	1026,0	1031,4	1036,7	1042,1
30	1047,5	1052,9	1058,4	1063,8	1069,2	1074,7	1080,2	1085,7	1091,2	1096,7
40	1102,2	1107,8	1113,3	1118,9	1124,5	1130,1	1135,7	1141,3	1146,9	1152,6
50	1158,2	1163,9	1169,6	1175,3	1181,0	1186,7	1192,5	1198,2	1204,0	1209,8
60	1215,6	1221,4	1227,2	1233,0	1238,9	1244,7	1250,6	1256,5	1262,4	1268,3
70	1274,3	1280,2	1286,2	1292,2	1298,2	1304,2	1310,2	1316,2	1322,3	1328,3
80	1334,4	1340,5	1346,6	1352,7	1358,9	1365,0	1371,2	1377,4	1383,5	1389,8
90	1396,0	1402,2	1408,5	1414,7	1421,0	1427,3	1433,6	1439,9	1446,3	1452,6
100	1459,0	1465,4	1471,8	1478,2	1484,6	1491,1	1497,5	1504,0	1510,5	1517,0
110	1523,5	1530,1	1536,6	1543,2	1549,8	1556,4	1563,0	1569,6	1576,3	1582,9
120	1589,6	1596,3	1603,0	1609,7	1616,4	1623,2	1630,0	1636,7	1643,6	1650,4
130	1657,2	1664,0	1670,9	1677,8	1684,7	1691,6	1698,5	1705,5	1712,4	1719,4
140	1726,4	1733,4	1740,4	1747,5	1754,5	1761,6	1768,7	1775,8	1782,9	1790,1
150	1797,2	1804,4	1811,6	1818,8	1826,0	1833,2	1840,5	1847,8	1855,1	1862,4
160	1869,7	1877,0	1884,4	1891,8	1899,1	1906,6	1914,0	1921,4	1928,9	1936,3
170	1943,8	1951,3	1958,9	1966,4	1974,0	1981,6	1989,1	1996,8	2004,4	2012,0
180	2019,7	2027,4	2035,1	2042,8	2050,5	2058,3	2066,0	2073,8	2081,6	2089,5
190	2097,3	2105,2	2113,0	2120,9	2128,8	2136,8	2144,7	2152,7	2160,7	2168,7
200	2176,7									

Třídy přesnosti čidla

Čidla jsou vyráběna ve třídách přesnosti A a B, vyjádřených těmito vztahy:

	pro $-50^{\circ}\text{C} \leq t < 0^{\circ}\text{C}$	pro $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 200^{\circ}\text{C}$
Třída A	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,014 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,0035 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$
Třída B	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,028 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,0070 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$

* $|t|$ je absolutní hodnota teploty

Teplota [$^{\circ}\text{C}$]	Odpor [Ω]	Třída A		Třída B	
		ΔT [$^{\circ}\text{C}$]	ΔR [Ω]	ΔT [$^{\circ}\text{C}$]	ΔR [Ω]
-30	745,3	$\pm 0,62$	$\pm 2,91$	$\pm 1,24$	$\pm 5,83$
0	891,1	$\pm 0,20$	$\pm 1,00$	$\pm 0,40$	$\pm 2,00$
50	1158,2	$\pm 0,38$	$\pm 2,14$	$\pm 0,75$	$\pm 4,28$
100	1459,0	$\pm 0,55$	$\pm 3,52$	$\pm 1,10$	$\pm 7,04$
150	1797,2	$\pm 0,73$	$\pm 5,26$	$\pm 1,45$	$\pm 10,52$
200	2176,7	$\pm 0,90$	$\pm 7,20$	$\pm 1,80$	$\pm 14,40$

Použití čidel:



Čidla teploty Ni 1000, $\alpha = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkovrstvý niklový odpor
Rozsah pracovních teplot	-60 °C až 250 °C *
Odpor při 0 °C	1000 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,1% po 1000 hod. při t = 250 °C
Doporučený / maximální stejnosměrný měřicí proud	Třída A: 0,2 mA / 0,5 mA Třída B: 0,3 mA / 0,8 mA

*Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií.

Teplotní závislost odporu čidla v rozsahu teplot -60 °C až 250 °C je vyjádřena rovnicí:

$$R = 1000 (1 + At + Bt^2 + Ct^3)$$

kde: $A = 4,427 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $B = 5,172 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $C = 5,585 \cdot 10^{-9} \text{ } ^\circ\text{C}^{-3}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	751,8									
-50	790,9	786,9	783,0	779,1	775,1	771,2	767,3	763,4	759,5	755,7
-40	830,8	826,8	822,8	818,8	814,7	810,7	806,8	802,8	798,8	794,8
-30	871,7	867,6	863,4	859,3	855,2	851,2	847,1	843,0	838,9	834,9
-20	913,5	909,3	905,0	900,8	896,7	892,5	888,3	884,1	880,0	875,8
-10	956,2	951,9	947,6	943,3	939,0	934,7	930,5	926,2	922,0	917,7
0	1000,0	995,6	991,2	986,8	982,4	978,0	973,6	969,3	964,9	960,6

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,0	1004,4	1008,9	1013,3	1017,8	1022,3	1026,7	1031,2	1035,7	1040,3
10	1044,8	1049,3	1053,9	1058,4	1063,0	1067,6	1072,2	1076,8	1081,4	1086,0
20	1090,7	1095,3	1100,0	1104,6	1109,3	1114,0	1118,7	1123,4	1128,1	1132,9
30	1137,6	1142,4	1147,1	1151,9	1156,7	1161,5	1166,3	1171,2	1176,0	1180,9
40	1185,7	1190,6	1195,5	1200,4	1205,3	1210,2	1215,1	1220,1	1225,0	1230,0
50	1235,0	1240,0	1245,0	1250,0	1255,0	1260,1	1265,1	1270,2	1275,3	1280,3
60	1285,4	1290,6	1295,7	1300,8	1306,0	1311,1	1316,3	1321,5	1326,7	1331,9
70	1337,1	1342,4	1347,6	1352,9	1358,2	1363,5	1368,8	1374,1	1379,4	1384,8
80	1390,1	1395,5	1400,9	1406,3	1411,7	1417,1	1422,5	1428,0	1433,4	1438,9
90	1444,4	1449,9	1455,4	1460,9	1466,5	1472,0	1477,6	1483,2	1488,8	1494,4
100	1500,0	1505,6	1511,3	1517,0	1522,6	1528,3	1534,0	1539,7	1545,5	1551,2
110	1557,0	1562,8	1568,5	1574,4	1580,2	1586,0	1591,8	1597,7	1603,6	1609,5
120	1615,4	1621,3	1627,2	1633,2	1639,1	1645,1	1651,1	1657,1	1663,1	1669,1
130	1675,2	1681,2	1687,3	1693,4	1699,5	1705,6	1711,8	1717,9	1724,1	1730,3
140	1736,5	1742,7	1748,9	1755,2	1761,4	1767,7	1774,0	1780,3	1786,6	1792,9
150	1799,3	1805,6	1812,0	1818,4	1824,8	1831,2	1837,7	1844,1	1850,6	1857,1
160	1863,6	1870,1	1876,7	1883,2	1889,8	1896,4	1902,9	1909,6	1916,2	1922,8
170	1929,5	1936,2	1942,9	1949,6	1956,3	1963,0	1969,8	1976,6	1983,4	1990,2
180	1997,0	2003,8	2010,7	2017,6	2024,5	2031,4	2038,3	2045,2	2052,2	2059,2
190	2066,1	2073,2	2080,2	2087,2	2094,3	2101,3	2108,4	2115,5	2122,7	2129,8
200	2137,0	2144,1	2151,3	2158,5	2165,8	2173,0	2180,3	2187,5	2194,8	2202,1
210	2209,5	2216,8	2224,2	2231,6	2239,0	2246,4	2253,8	2261,3	2268,7	2276,2
220	2283,7	2291,3	2298,8	2306,4	2313,9	2321,5	2329,1	2336,8	2344,4	2352,1
230	2359,8	2367,5	2375,2	2382,9	2390,7	2398,5	2406,2	2414,1	2421,9	2429,7
240	2437,6	2445,5	2453,4	2461,3	2469,2	2477,2	2485,2	2493,2	2501,2	2509,2
250	2517,3									

Třídy přesnosti čidla

Čidla jsou vyráběna ve dvou základních třídách přesnosti s tolerančními poli vyjádřenými vztahy:

	pro $-60\text{ °C} \leq t < 0\text{ °C}$	pro $0\text{ °C} \leq t \leq 250\text{ °C}$
Třída A	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,014 t)$ ve °C	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,0035 * t)$ ve °C
Třída B	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,028 t)$ ve °C	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,0070 * t)$ ve °C

| t | je absolutní hodnota teploty ve °C

Teplota [°C]	Odpor [Ω]	Třída A		Třída B	
		ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]
-30	871,7	± 0,62	± 2,54	± 1,24	± 5,08
0	1000,0	± 0,20	± 0,88	± 0,40	± 1,76
25	1114,0	± 0,29	± 1,35	± 0,58	± 2,70
50	1235,0	± 0,38	± 1,87	± 0,75	± 3,75
100	1500,0	± 0,55	± 3,08	± 1,10	± 6,16
150	1799,3	± 0,73	± 4,57	± 1,45	± 9,14
200	2137,0	± 0,90	± 6,39	± 1,80	± 12,78
250	2517,3	± 1,08	± 8,71	± 2,15	± 17,42

Použití čidel:

				
Vytápěcí systémy	Vzducho-technika	Alternativní zdroje	Strojirensství	Zakázková výroba

Čidla teploty Ni 1000, $\alpha = 6,18 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkovrstvý niklový odpor
Rozsah pracovních teplot	-60 °C až 250 °C *
Odpor při 0 °C	1000 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,1% po 1000 hod. při t = 250 °C
Doporučený / maximální stejnosměrný měřicí proud	Třída A: 0,2 mA / 0,5 mA Třída B: 0,3 mA / 0,8 mA

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií.

Teplotní závislost odporu čidla v rozsahu teplot -60 °C až 250 °C je vyjádřena rovnicí:

$$R = 1000 (1 + At + Bt^2 + Ct^4 + Dt^6)$$

kde: $A = 5,485 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $C = 2,805 \cdot 10^{-11} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$
 $B = 6,650 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $D = -2,00 \cdot 10^{-17} \text{ } ^\circ\text{C}^{-6}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	695,2									
-50	742,6	737,8	733,0	728,2	723,4	718,7	714,0	709,3	704,6	699,9
-40	791,3	786,4	781,4	776,5	771,6	766,8	761,9	757,0	752,2	747,4
-30	841,5	836,4	831,3	826,3	821,2	816,2	811,2	806,2	801,2	796,3
-20	893,0	887,8	882,6	877,4	872,2	867,0	861,9	856,8	851,7	846,5
-10	945,8	940,5	935,1	929,8	924,5	919,2	913,9	908,7	903,4	898,2
0	1000,0	994,5	989,1	983,6	978,2	972,7	967,3	961,9	956,5	951,2

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,0	1005,5	1011,0	1016,5	1022,0	1027,6	1033,1	1038,7	1044,3	1049,9
10	1055,5	1061,1	1066,8	1072,4	1078,1	1083,8	1089,5	1095,2	1100,9	1106,6
20	1112,4	1118,1	1123,9	1129,7	1135,5	1141,3	1147,1	1153,0	1158,8	1164,7
30	1170,6	1176,5	1182,4	1188,3	1194,2	1200,2	1206,1	1212,1	1218,1	1224,1
40	1230,1	1236,1	1242,2	1248,2	1254,3	1260,4	1266,5	1272,6	1278,8	1284,9
50	1291,1	1297,2	1303,4	1309,6	1315,8	1322,0	1328,3	1334,5	1340,8	1347,1
60	1353,4	1359,7	1366,0	1372,4	1378,7	1385,1	1391,5	1397,9	1404,3	1410,8
70	1417,2	1423,7	1430,1	1436,6	1443,1	1449,7	1456,2	1462,8	1469,3	1475,9
80	1482,5	1489,1	1495,7	1502,4	1509,1	1515,7	1522,4	1529,1	1535,9	1542,6
90	1549,3	1556,1	1562,9	1569,7	1576,5	1583,4	1590,2	1597,1	1604,0	1610,9
100	1617,8	1624,7	1631,7	1638,6	1645,6	1652,6	1659,6	1666,7	1673,7	1680,8
110	1687,9	1695,0	1702,1	1709,3	1716,4	1723,6	1730,8	1738,0	1745,2	1752,5
120	1759,7	1767,0	1774,3	1781,6	1788,9	1796,3	1803,7	1811,1	1818,5	1825,9
130	1833,3	1840,8	1848,3	1855,8	1863,3	1870,9	1878,4	1886,0	1893,6	1901,2
140	1908,9	1916,5	1924,2	1931,9	1939,6	1947,4	1955,1	1962,9	1970,7	1978,5
150	1986,3	1994,2	2002,1	2010,0	2017,9	2025,9	2033,8	2041,8	2049,8	2057,8
160	2065,9	2074,0	2082,1	2090,2	2098,3	2106,5	2114,6	2122,8	2131,1	2139,3
170	2147,6	2155,9	2164,2	2172,5	2180,9	2189,3	2197,7	2206,1	2214,6	2223,0
180	2231,5	2240,0	2248,6	2257,2	2265,8	2274,4	2283,0	2291,7	2300,4	2309,1
190	2317,8	2326,6	2335,4	2344,2	2353,0	2361,9	2370,8	2379,7	2388,6	2397,6
200	2406,6	2415,6	2424,7	2433,7	2442,8	2451,9	2461,1	2470,3	2479,5	2488,7
210	2498,0	2507,2	2516,5	2525,9	2535,2	2544,6	2554,0	2563,5	2573,0	2582,5
220	2592,0	2601,6	2611,1	2620,8	2630,4	2640,1	2649,8	2659,5	2669,3	2679,1
230	2688,9	2698,7	2708,6	2718,5	2728,4	2738,4	2748,4	2758,4	2768,5	2778,6
240	2788,7	2798,8	2809,0	2819,2	2829,5	2839,7	2850,0	2860,4	2870,7	2881,1
250	2891,6									

Třídy přesnosti čidla













Čidla jsou vyráběna ve dvou základních třídách přesnosti s tolerančními poli vyjádřenými vztahy:

	pro t = - 60 °C až 0 °C	pro t = 0 °C až 250 °C
Třída A	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,014 t)$ ve °C	$\Delta T = \pm (0,2 + 0,0035 * t)$ ve °C
Třída B	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,028 t)$ ve °C	$\Delta T = \pm (0,4 + 0,0070 * t)$ ve °C

| t | je absolutní hodnota teploty

Teplota [°C]	Odpor [Ω]	Třída A		Třída B	
		ΔT [°C]	ΔR [Ω]	ΔT [°C]	ΔR [Ω]
-30	841,5	± 0,62	± 3,16	± 1,24	± 6,32
0	1000,0	± 0,20	± 1,10	± 0,40	± 2,20
25	1141,3	± 0,29	± 1,67	± 0,58	± 3,34
50	1291,1	± 0,38	± 2,29	± 0,75	± 4,58
100	1617,8	± 0,55	± 3,79	± 1,10	± 7,59
150	1986,3	± 0,73	± 5,73	± 1,45	± 11,46
200	2406,6	± 0,90	± 8,10	± 1,80	± 16,20
250	2891,6	± 1,08	± 11,29	± 2,15	± 22,58

Použití čidel:

 Teplárenství	 Vytápěcí systémy	 Vzducho-technika	 Alter. zdroje	 Kolejová vozidla	 Gumárenství	 Zdravotnictví	 Gastronomie	 Strojírenství	 Zakázková výroba
 Chemický průmysl	 Věda a výzkum								

Čidla teploty Ni 2226

Základní technické parametry

Čidlo	Tenkovrstvý niklový odpor
Rozsah pracovních teplot	-30 °C až 150 °C *
Odpor při 0 °C	2226 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu	0,1 % po 1000 hod. při t = 150 °C
Doporučený / maximální stejnosměrný měřicí proud	0,2mA / 0,7mA
Poznámka: tuto charakteristiku mají snímače označované jako T1 (Staefa Control, později Siemens. Dnes již těmito společnostmi nevyráběné a nenabízené)	

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače teploty je dán konstrukcí a technologií.

Teplotní závislost odporu čidla v rozsahu teplot -30 °C až 150 °C je vyjádřena rovnicí:

$$R = 2226 (1 + At + Bt^2 + Ct^3 + Dt^4)$$

kde: $A = 4,476 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $C = 2,906 \cdot 10^{-9} \text{ } ^\circ\text{C}^{-3}$

$B = 3,6496 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ $D = 3,140 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$

Závislost hodnoty odporu na teplotě je v Ohmech [Ω]:

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-30	1934,2									
-20	2029,9	2020,3	2010,7	2001,1	1991,5	1981,9	1972,3	1962,8	1953,3	1943,7
-10	2127,2	2117,4	2107,6	2097,8	2088,1	2078,4	2068,6	2058,9	2049,3	2039,6
0	2226,0	2216,0	2206,1	2196,2	2186,3	2176,4	2166,5	2156,7	2146,8	2137,0

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2226,0	2236,0	2246,0	2256,0	2266,0	2276,0	2286,1	2296,1	2306,2	2316,3
10	2326,5	2336,6	2346,7	2356,9	2367,1	2377,3	2387,5	2397,8	2408,0	2418,3
20	2428,6	2438,9	2449,2	2459,5	2469,9	2480,3	2490,7	2501,1	2511,5	2521,9
30	2532,4	2542,9	2553,4	2563,9	2574,4	2585,0	2595,5	2606,1	2616,7	2627,3
40	2638,0	2648,6	2659,3	2670,0	2680,7	2691,4	2702,2	2712,9	2723,7	2734,5
50	2745,3	2756,2	2767,0	2777,9	2788,8	2799,7	2810,6	2821,6	2832,6	2843,5
60	2854,5	2865,6	2876,6	2887,7	2898,8	2909,9	2921,0	2932,1	2943,3	2954,4
70	2965,6	2976,9	2988,1	2999,3	3010,6	3021,9	3033,2	3044,6	3055,9	3067,3
80	3078,7	3090,1	3101,5	3113,0	3124,4	3135,9	3147,4	3159,0	3170,5	3182,1
90	3193,7	3205,3	3216,9	3228,6	3240,3	3252,0	3263,7	3275,4	3287,2	3299,0
100	3310,8	3322,6	3334,4	3346,3	3358,2	3370,1	3382,0	3394,0	3405,9	3417,9
110	3429,9	3442,0	3454,0	3466,1	3478,2	3490,3	3502,5	3514,6	3526,8	3539,0
120	3551,2	3563,5	3575,8	3588,1	3600,4	3612,7	3625,1	3637,5	3649,9	3662,3
130	3674,8	3687,2	3699,7	3712,3	3724,8	3737,4	3750,0	3762,6	3775,2	3787,9
140	3800,6	3813,3	3826,0	3838,8	3851,5	3864,3	3877,2	3890,0	3902,9	3915,8
150	3928,7									

Třídy přesnosti čidla

Čidla jsou vyráběna ve třídě přesnosti B, vyjádřeným těmito vztahy:

pro $-30^{\circ}\text{C} \leq t < 0^{\circ}\text{C}$	pro $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 50^{\circ}\text{C}$	pro $50^{\circ}\text{C} < t \leq 100^{\circ}\text{C}$
$\Delta T = \pm (0,7 + 0,063 * t)$ ve $^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = \pm 0,7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = \pm (0,7 + 0,038 * (t - 50))$ ve $^{\circ}\text{C}$

| t | je absolutní hodnota teploty

Teplota [$^{\circ}\text{C}$]	Odpor [Ω]	Třída B	
		ΔT [$^{\circ}\text{C}$]	ΔR [Ω]
-20	2029,9	$\pm 1,96$	$\pm 19,01$
0	2226,0	$\pm 0,70$	$\pm 7,00$
25	2480,3	$\pm 0,70$	$\pm 7,28$
50	2745,3	$\pm 0,70$	$\pm 7,63$
70	2965,6	$\pm 1,46$	$\pm 16,50$
100	3310,8	$\pm 2,60$	$\pm 30,68$

Použití čidel: Dříve snímače teploty s touto charakteristikou používala společnost Staefa Control, kterou roku 1997 koupil koncern SIEMENS a ve skutečnosti zanikla. V současnosti je lze nalézt pod označením **T1**. Používají se jako čidla pro snímače do exteriérů, do interiérů, do potrubí, pro termostaty atd. V současné době nejsou využívána v nových konstrukcích a společnost Sensit s.r.o. je nabízí jako náhradní díly.

Poznámky:

Polovodičová odporová čidla

Čidla teploty KTY 81/xyz

Základní technické parametry

Čidlo	Křemíkový polovodičový odpor
Rozsah pracovních teplot	-55 °C až 150 °C *
Odpor při 25 °C (typický)	KTY81/110: 1000 Ω KTY81/121: 990 Ω KTY81/122: 1010 Ω KTY81/210: 2000 Ω KTY81/220: 2000 Ω
Dlouhodobá stabilita odporu R ₂₅	KTY81/1xx: typicky 1,6Ω po 10000 hod. při t = 150 °C KTY81/2xx: typicky 3,2Ω po 10000 hod. při t = 150 °C
Doporučený stejnosměrný měřicí proud	0,6mA až 1mA
Teplotní koeficient při 25 °C (typický)	0,79 % / °C

*Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií.

Teplotní závislost odporu čidla je v rozsahu teplot – 55 °C až 130°C vyjádřena rovnicí:

$$R_{KTY} = R_{25}(1 + aT + bT^2)$$

kde: $T = t - 25 \text{ °C}$ (rozdíl mezi měřenou teplotou a referenční teplotou 25 °C)

$$a = 7,871 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}, \quad b = 1,861 \cdot 10^{-5} \text{ °C}^{-2}$$

Závislost hodnoty odporu a tolerančního pole na teplotě:

teplota [°C]	KTY81/110				KTY81/121				KTY81/122			
	Odpor [Ω]		ΔT [°C]		Odpor [Ω]		ΔT [°C]		Odpor [Ω]		ΔT [°C]	
	min.	typ.	max.		min.	typ.	max.		min.	typ.	max.	
-55	475	490	505	±3,02	471	485	500	±3,02	480	495	510	±3,02
-50	500	515	530	±2,92	495	510	524	±2,92	505	520	535	±2,92
-40	552	567	582	±2,74	547	562	576	±2,74	558	573	588	±2,74
-30	609	624	638	±2,55	603	617	632	±2,55	615	630	645	±2,55
-20	669	684	698	±2,35	662	677	691	±2,35	676	690	705	±2,35
-10	733	747	761	±2,14	726	740	754	±2,14	741	755	769	±2,14
0	802	815	828	±1,91	794	807	820	±1,91	810	823	836	±1,91
10	874	886	898	±1,67	865	877	889	±1,67	883	895	907	±1,67
20	950	961	972	±1,41	941	951	962	±1,41	960	971	982	±1,41
25	990	1000	1010	±1,27	980	990	1000	±1,27	1000	1010	1020	±1,27
30	1029	1040	1051	±1,39	1018	1029	1041	±1,39	1039	1050	1062	±1,39
40	1108	1122	1136	±1,64	1097	1111	1125	±1,64	1120	1134	1148	±1,64
50	1192	1209	1225	±1,91	1180	1196	1213	±1,91	1204	1221	1238	±1,91
60	1278	1299	1319	±2,19	1266	1286	1305	±2,19	1291	1312	1332	±2,19
70	1369	1392	1416	±2,49	1355	1378	1402	±2,49	1382	1406	1430	±2,49
80	1462	1490	1518	±2,80	1447	1475	1502	±2,80	1477	1505	1533	±2,80
90	1559	1591	1623	±3,12	1543	1575	1607	±3,12	1574	1607	1639	±3,12
100	1659	1696	1733	±3,46	1642	1679	1716	±3,46	1676	1713	1750	±3,46
110	1762	1805	1847	±3,83	1745	1786	1828	±3,83	1780	1823	1865	±3,83
120	1967	1915	1963	±4,33	1849	1896	1943	±4,33	1886	1934	1982	±4,33
125	1919	1970	2020	±4,66	1900	1950	2000	±4,66	1938	1989	2041	±4,66
130	1970	2023	2077	±5,07	1950	2003	2056	±5,07	1989	2044	2098	±5,07
140	2065	2124	2184	±6,28	2044	2103	2162	±6,28	2085	2146	2206	±6,28
150	2145	2211	2277	±8,55	2124	2189	2254	±8,55	2167	2233	2299	±8,55

teplota [°C]	KTY81/210				KTY81/220			
	Odpor [Ω]			ΔT	Odpor [Ω]			ΔT
	min.	typ.	max.	[°C]	min.	typ.	max.	[°C]
-55	951	980	1009	±3,02	941	980	1019	±4,02
-50	1000	1030	1059	±2,92	990	1030	1070	±3,94
-40	1105	1135	1165	±2,74	1094	1135	1176	±3,78
-30	1218	1247	1277	±2,55	1205	1247	1289	±3,62
-20	1338	1367	1396	±2,35	1325	1367	1410	±3,45
-10	1467	1495	1523	±2,14	1452	1495	1538	±3,27
0	1603	1630	1656	±1,91	1587	1630	1673	±3,08
10	1748	1772	1797	±1,67	1730	1772	1814	±2,88
20	1901	1922	1944	±1,41	1881	1922	1963	±2,66
25	1980	2000	2020	±1,27	1960	2000	2040	±2,54
30	2057	2080	2102	±1,39	2036	2080	2123	±2,68
40	2217	2245	2272	±1,64	2194	2245	2295	±2,97
50	2383	2417	2451	±1,91	2359	2417	2475	±3,28
60	2557	2597	2637	±2,19	2531	2597	2663	±3,61
70	2737	2785	2832	±2,49	2709	2785	2860	±3,94
80	2924	2980	3035	±2,80	2894	2980	3065	±4,30
90	3118	3182	3246	±3,12	3086	3182	3278	±4,66
100	3318	3392	3466	±3,46	3284	3392	3500	±5,05
110	3523	3607	3691	±3,93	3487	3607	3728	±5,61
120	3722	3817	3912	±4,70	3683	3817	3950	±6,59
125	3815	3915	4016	±5,26	3775	3915	4055	±7,31
130	3901	4008	4114	±6,00	3861	4008	4154	±8,27
140	4049	4166	4283	±8,45	4008	4166	4325	±11,46
150	4153	4280	4407	±14,63	4110	4280	4450	±19,56

Použití čidel :



Čidlo teploty NTC 1k0; $B_{25/85} = 3528$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	1 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3528 ± 0,5%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3564 ± 0,5%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	23342									
-30	13018	13882	14745	15609	16472	17336	18537	19738	20940	22141
-20	7569	8031	8492	8954	9415	9877	10505	11133	11762	12390
-10	4569	4826	5083	5341	5598	5855	6198	6541	6883	7226
0	2854	3002	3151	3299	3448	3596	3791	3985	4180	4374

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2854	2740	2625	2511	2396	2282	2193	2104	2016	1927
10	1838	1769	1699	1630	1560	1491	1436	1381	1327	1272
20	1217	1174	1130	1087	1043	1000	965	931	896	861
30	826,6	798,7	770,9	743,0	715,2	687,3	664,8	642,2	619,7	597,1
40	574,6	556,2	537,8	519,5	501,1	482,7	467,6	452,6	437,5	422,5
50	407,4	395,0	382,5	370,1	357,6	345,2	334,9	324,6	314,3	304,0
60	293,7	285,1	276,5	268,0	259,4	250,8	243,6	236,4	229,3	222,1
70	214,9	208,9	202,8	196,8	190,7	184,7	179,6	147,5	169,5	164,4
80	159,3	155,0	150,7	146,3	142,0	137,7	134,0	130,4	126,7	123,1
90	119,4	116,3	113,2	110,1	107,0	103,8	101,1	98,5	95,8	93,1
100	90,45	88,16	85,87	83,58	81,29	79,00	77,03	75,06	73,09	71,12
110	69,15	67,45	65,75	64,06	62,36	60,66	59,19	57,72	56,26	54,79
120	53,32	52,05	50,78	49,50	48,23	46,96	45,85	44,85	43,64	42,54
130	41,43	40,47	39,51	38,55	37,59	36,63	35,79	34,95	34,11	33,27
140	32,43	31,70	30,97	30,23	29,50	28,77	28,13	27,49	26,84	26,20
150	25,56									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 2k0; $B_{25/85} = 3552$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-55 až 155 °C *
Odpor při 25 °C	2 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3552 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3560 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±1%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	78635					106210				
-40	44060	46978	49896	52814	55732	58650	62647	66644	70641	74638
-30	25392	26980	28568	30156	31744	33333	35478	37623	39769	41914
-20	15034	15917	16800	17683	18566	19450	20638	21826	23015	24203
-10	9137	9643	10150	10657	11164	11671	12343	13016	13688	14361
0	5733	6028	6323	6619	6914	7210	7595	7980	8366	8751

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5733	5502	5272	5041	4811	4581	4402	4223	4045	3866
10	3688	3547	3406	3265	3124	2984	2873	2762	2652	2541
20	2431	2344	2258	2172	2086	2000	1920	1840	1760	1680
30	1660	1602	1545	1487	1430	1373	1326	1280	1234	1188
40	1142	1105	1069	1032	996,6	960,3	930,4	900,5	870,6	840,7
50	810,9	785,4	759,9	734,4	708,9	683,4	662,5	641,6	620,7	599,8
60	579,0	562,0	545,1	528,1	511,2	494,3	480,1	466,0	451,9	437,8
70	423,7	411,7	399,7	387,8	375,8	363,9	353,8	343,7	333,7	323,6
80	313,6	305,2	296,8	288,5	280,1	271,8	264,7	257,6	250,5	243,4
90	236,4	230,4	224,5	218,6	212,7	206,8	201,7	196,6	191,6	186,5
100	181,5	177,0	172,6	168,1	163,7	159,3	155,4	151,6	147,8	144,0
110	140,2	136,9	133,6	130,3	127,0	123,8	120,9	118,1	115,2	112,4
120	109,6	107,1	104,7	102,2	99,84	97,41	95,29	93,17	91,06	88,94
130	86,83	84,95	83,07	81,19	79,31	77,44	75,79	74,15	72,51	70,87
140	69,23	67,80	66,37	64,95	63,52	62,10	60,84	59,58	58,33	57,07
150	55,82	54,73	53,64	52,56	51,47	50,39				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 2k0; $B_{25/85} = 3625$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-50 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	2 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3625 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3636 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±1%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	88480									
-40	47760	51140	54520	57900	61280	64660	69424	74188	78952	83716
-30	26820	28580	30340	32100	33860	35620	38048	40476	42904	45332
-20	15628	16578	17528	18479	19429	20380	21668	22956	24244	25532
-10	9414	9947	10480	11013	11546	12080	12789	13499	14208	14918
0	5846	6155	6464	6773	7082	7392	7796	8200	8605	9009

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5846	5608	5370	5133	4895	4658	4473	4288	4103	3918
10	3734	3590	3446	3302	3158	3014	2900	2787	2647	2561
20	2448	2358	2268	2179	2089	2000	1928	1857	1786	1714
30	1643	1586	1529	1471	1414	1357	1311	1265	1219	1173
40	1127	1090	1053	1015	978,6	941,4	911,0	880,6	850,3	819,9
50	789,6	764,8	740,0	715,2	690,4	665,6	645	624,8	604,4	584,0
60	563,6	546,7	529,8	512,9	496,0	479,2	465,2	451,2	437,2	423,2
70	409,2	397,5	385,8	374,1	362,4	350,8	341,0	331,2	321,5	311,7
80	302,0	293,8	285,6	277,4	269,2	261,0	254,0	247,0	240,1	233,1
90	226,2	220,3	214,4	208,6	202,7	196,9	191,9	186,9	181,9	176,9
100	171,9	167,6	163,4	159,1	154,8	150,6	146,9	143,3	139,6	136,0
110	132,3	129,2	126,0	122,9	119,8	116,6	117,9	119,2	120,5	121,8
120	123,1	116,8	110,4	104,1	97,80	91,46	89,43	87,40	85,37	83,34
130	81,32	79,55	77,79	74,02	74,26	75,50	70,96	69,42	67,88	66,34
140	64,80	63,45	62,10	60,75	59,40	58,06	56,88	55,70	54,52	53,34
150	52,16									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 2k7; $B_{25/85} = 3977$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	2,7 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3977 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3994 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±2% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	89655									
-30	47304	50797	54291	57785	61279	64773	69749	74725	79702	84678
-20	26017	27795	29573	31351	33129	34907	37386	39865	42345	44824
-10	14862	15804	16747	17689	18632	19575	20836	22151	23440	24728
0	8790	9308	9826	10345	10863	11382	12078	12774	13470	14166

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	8790	8400	8010	7620	7230	6841	6545	6250	5955	5660
10	5365	5139	4914	4689	4464	4239	4065	3892	3718	3545
20	3372	3237	3103	2968	2834	2700	2595	2490	2385	2280
30	2176	2093	2011	1928	1846	1764	1699	1634	1569	1504
40	1439	1387	1335	1283	1231	1180	1138	1097	1056	1014
50	973,4	940,1	906,8	873,5	840,2	806,9	779,9	753,0	726,1	699,2
60	672,3	650,4	628,5	606,6	584,7	562,8	544,9	527,0	509,1	491,2
70	473,3	458,6	443,9	429,2	414,5	399,8	387,6	375,5	363,4	351,3
80	339,2	329,1	319,1	309,0	299,0	289,0	280,6	272,2	263,9	255,5
90	247,2	240,2	233,2	226,2	219,2	212,2	206,3	200,4	194,6	188,7
100	182,9	177,9	173,0	168,0	163,1	158,2	154,0	149,8	145,6	141,4
110	137,2	133,6	130,1	126,5	123,0	119,5	116,4	113,4	110,4	107,4
120	104,4	101,8	99,22	96,63	94,04	91,46	89,24	87,02	84,81	82,59
130	80,38	78,42	76,56	74,65	72,74	70,84	69,19	67,55	65,90	64,26
140	62,62	61,19	59,76	58,34	56,91	55,49	54,25	53,01	51,78	50,54
150	49,31									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 3k0; $B_{25/85} = 3960$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	3 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3956 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3966 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±1% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	105840									
-30	54840	59022	63204	67386	71568	75750	81768	87786	93804	99822
-20	29751	31834	33918	36002	38086	40170	43104	46038	48972	51906
-10	16815	17903	18991	20080	21168	22257	23755	25254	26753	28252
0	9867	10458	11050	11641	12233	12825	13623	14421	15219	16017

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	9867	9424	8982	8540	8098	7656	7323	6990	6657	6324
10	5991	5737	5483	5229	4975	4722	4527	4333	4138	3944
20	3750	3600	3450	3300	3150	3000	2883	2766	2649	2532
30	2415	2324	2232	2141	2049	1958	1885	1813	1741	1669
40	1596	1539	1482	1424	1367	1310	1264	1218	1172	1126
50	1081	1044	1007	970,6	933,8	897,0	867,1	837,3	807,5	777,7
60	747,9	723,7	699,5	675,3	651,1	627,0	607,2	587,4	567,6	547,8
70	528,0	511,7	495,4	479,2	462,9	446,7	433,3	419,9	406,5	393,1
80	379,8	368,7	357,6	346,5	335,4	324,3	315,0	305,7	296,4	287,1
90	277,8	270,1	262,3	254,6	246,8	239,1	232,5	226,0	219,5	213,0
100	206,5	201,0	195,5	190,0	184,5	179,0	174,4	169,7	165,1	160,4
110	155,8	151,8	147,9	143,9	140,0	136,0	132,6	129,3	125,9	122,5
120	119,1	116,2	113,4	110,5	107,6	104,7	102,2	99,76	97,27	94,79
130	92,31	90,17	88,03	85,90	83,76	81,63	79,77	77,92	76,06	74,21
140	72,36	70,75	69,15	67,55	65,95	64,35	62,95	61,55	60,15	58,75
150	57,36									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 3k0; $B_{25/85} = 3974$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	3 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3974 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3988 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±1% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±1%, ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	100950									
-30	53100	57035	60970	64906	68841	72777	78411	84086	89680	95315
-20	29121	31119	33117	35115	37113	39111	41908	44706	47504	50302
-10	16599	17655	18711	19767	20823	21879	23327	24775	26224	27672
0	9795	10375	10955	11535	12115	12695	13475	14256	15037	15818

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	9795	9359	8923	8487	8051	7616	7286	6957	6628	6299
10	5970	5718	5466	5215	4963	4712	4519	4326	4133	3940
20	3747	3597	3448	3298	3149	3000	2883	2766	2650	2533
30	2417	2325	2233	2142	2050	1959	1886	1814	1742	1670
40	1598	1540	1483	1425	1368	1311	1265	1219	1173	1127
50	1081	1043	1006	969,9	932,9	895,9	866,0	836,1	806,2	776,3
60	746,4	722,1	697,8	673,5	649,2	624,9	605,0	585,1	565,3	545,4
70	525,6	509,3	493,1	476,8	460,6	444,4	431,0	417,6	404,2	390,8
80	377,4	366,2	355,1	343,9	332,8	321,7	312,4	303,1	293,8	284,5
90	275,3	267,5	259,8	252,0	244,3	236,6	230,0	223,5	217,0	210,5
100	204,0	198,5	193,0	187,5	182,0	176,6	171,9	167,3	162,6	158,0
110	153,4	149,4	145,4	141,5	137,5	133,6	130,2	126,8	123,5	120,1
120	116,8	113,9	111,0	108,2	105,3	102,5	100,0	97,60	95,16	92,71
130	90,27	88,14	86,01	83,88	81,75	79,63	77,79	75,95	74,11	72,27
140	70,44	68,85	67,26	65,67	64,08	62,50	61,11	59,73	58,35	56,97
150	55,59									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 3k3; $B_{25/85} = 2880$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	3,3 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	2880 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	2882 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 W při 55°C
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	45000									
-30	27840	29322	30804	32286	33768	35250	37200	39150	41100	43050
-20	17780	18656	19532	20408	21284	22160	23296	24432	25568	26704
-10	11690	12226	12762	13298	13834	14370	15052	15734	16416	17098
0	7904	8239	8575	8910	9246	9582	10003	10425	10846	11268

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	7904	7635	7366	7097	6828	6560	6343	6127	5911	5695
10	5479	5303	5128	4952	4777	4602	4458	4315	4172	4029
20	3886	3768	3651	3534	3417	3300	3203	3106	3009	2912
30	2816	2735	2655	2575	2495	2415	2348	2281	2214	2147
40	2081	2025	1969	1913	1857	1801	1754	1707	1660	1613
50	1566	1526	1486	1446	1406	1367	1333	1299	1265	1231
60	1198	1169	1140	1111	1082	1054	1029	1004	980,0	955,4
70	930,8	909,6	888,4	867,2	846,0	824,8	806,5	788,2	769,9	751,6
80	733,4	717,5	701,7	685,8	670,0	654,2	640,4	626,6	612,9	599,1
90	585,4	573,4	561,4	549,4	537,4	525,5	515,0	504,5	494,0	483,5
100	473,0	463,8	454,6	445,4	436,2	427,0	418,9	410	402,7	394,6
110	386,5	379,3	372,2	365,0	357,9	350,8	344,4	338,1	331,8	325,5
120	319,2	313,5	307,9	302,3	296,7	291,1	286,1	281,1	276,1	271,1
130	266,1	261,6	257,1	252,7	248,2	243,8	239,8	235,8	231,8	227,8
140	223,8	220,2	216,6	213,0	209,4	205,9	202,7	199,5	196,3	193,1
150	189,9									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 4k7; $B_{25/85} = 3977$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	4,7 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3977 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3994 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	156084									
-30	82344	88425	94507	100589	106671	112753	121419	130085	138751	147417
-20	45288	48383	51478	54574	57669	60765	65080	69396	73712	78028
-10	25872	27512	29153	30793	32434	34075	36317	38560	40802	43045
0	15300	16202	17105	18008	18911	19814	21025	22237	23448	24660

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	15300	14621,8	13943,6	13265,4	12587,2	11909	11395,2	10881,4	10367,6	9853,8
10	9340	8947,6	8555,2	8162,8	7770,4	7378	7076,2	6774,4	6472,6	6170,8
20	5869	5635,2	5401,4	5167,6	4933,8	4700	4517,6	4335,2	4152,8	3970,4
30	3788	3644,6	3501,2	3357,8	3214,4	3071	2957,8	2844,6	2731,4	2618,2
40	2505	2415	2325	2235	2145	2055	1982,8	1910,6	1838,4	1766,2
50	1694	1636,2	1578,4	1520,6	1462,8	1405	1358	1311	1264	1217
60	1170	1131,94	1093,88	1055,82	1017,76	979,7	948,54	917,38	886,22	855,06
70	823,9	798,32	772,74	747,16	721,58	696	674,9	653,8	632,7	611,6
80	590,5	573	555,5	538	520,5	503	488,44	473,88	459,32	444,76
90	430,2	418,04	405,88	393,72	381,56	369,4	359,18	348,96	338,74	328,52
100	318,3	309,7	301,1	292,5	283,9	275,3	268,02	260,74	253,46	246,18
110	238,9	232,72	226,54	220,36	214,18	208	202,74	197,48	192,22	186,96
120	181,7	177,2	172,7	168,2	163,7	159,2	155,34	151,48	147,62	143,76
130	139,9	136,58	133,26	129,94	126,62	123,3	120,44	117,58	114,72	111,86
140	109	106,52	104,04	101,56	99,08	96,6	94,448	92,296	90,144	87,992
150	85,84									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 5k0; $B_{25/85} = 3480$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-55 až 155 °C *
Odpor při 25 °C	5,0 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3480 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3497 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	189950	203952	217954	231956	245958	259960				
-40	104800	111910	119020	126130	133240	140350	150270	160190	170110	180030
-30	60186	63958	67729	71501	75272	79044	84195	89346	94498	99649
-20	35834	37916	39997	42079	44160	46242	49031	51820	54608	57397
-10	22043	23234	24424	25615	26805	27996	29564	31131	32699	34266
0	13968	14671	15375	16078	16782	17485	18397	19308	20220	21131

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	13968	13421	12874	12328	11781	11234	10806	10378	9950	9522
10	9094	8757	8419	8082	7744	7407	7139	6871	6604	6336
20	6068	5854	5641	5427	5214	5000	4828	4657	4485	4314
30	4142	4004	3865	3727	3588	3450	3337	3225	3112	3000
40	2887	2795	2703	2612	2520	2428	2353	2277	2202	2126
50	2051	1989	1927	1865	1803	1741	1689,6	1638,2	1586,8	1535,4
60	1484	1441	1398	1356	1313	1270	1234	1198	1163	1127
70	1091	1061	1031	1001	970,8	940,8	915,5	890,2	865,0	839,7
80	814,4	793,0	771,6	750,3	728,9	707,5	689,4	671,2	653,1	634,9
90	616,8	601,3	585,8	570,4	554,9	539,4	526,2	513,0	499,7	486,5
100	473,3	462,0	450,6	439,3	427,9	416,6	406,8	397,0	387,3	377,5
110	367,7	359,3	350,9	342,4	334,0	325,6	318,3	311,0	303,6	296,3
120	289,0	282,7	276,3	270,0	263,6	257,3	251,8	246,3	240,7	235,2
130	229,7	224,9	220,0	215,2	210,3	205,5	201,3	197,1	192,8	188,6
140	184,4	180,7	177,0	173,2	169,5	165,8	162,5	159,2	156,0	152,7
150	149,4	146,5	143,6	140,8	137,9	135,0				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 5k0; $B_{25/85} = 3988$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-55 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	5,0 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3977 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3994 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	335050	364344	393638	422932	452226	481520				
-40	168250	181768	195286	208804	222322	235840	255682	275524	295366	315208
-30	88500	95060	101620	108180	114740	121300	130690	140080	149470	158860
-20	48535	51865	55195	58525	61855	65185	69848	74511	79174	83837
-10	27665	29425	31185	32945	34705	36465	38879	41293	43707	46121
0	16325	17297	18269	19241	20213	21185	22481	23777	25073	26369

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	16325	15599	14873	14146	13420	12694	12145	11596	11048	10499
10	9950	9531	9112	8692	8273	7854	7532	7214	6889	6567
20	6245	5996	5747	5498	5249	5000	4806	4612	4417	4223
30	4029	3876	3724	3571	3419	3266	3146	3025	2905	2784
40	2664	2568	2472	2376	2280	2184	2108	2031	1955	1878
50	1802	1740	1678	1617	1555	1493	1443	1393	1344	1294
60	1244	1204	1163	1123	1082	1042	1009	975,6	942,4	909,2
70	876	848,9	821,9	794,8	767,8	740,7	718,4	696,0	673,7	651,3
80	629	610,4	591,9	573,3	554,8	536,2	520,7	505,2	489,8	474,3
90	458,8	445,9	433,0	420,1	407,2	394,3	383,4	372,6	361,7	350,9
100	340,0	330,9	321,7	312,6	303,4	294,3	286,6	278,8	271,1	263,3
110	255,6	249,0	242,4	235,9	229,3	222,7	217,1	211,5	205,9	200,3
120	194,7	189,9	185,2	180,4	175,7	170,9	166,8	162,7	158,7	154,6
130	150,5	146,9	143,4	139,8	136,3	132,7	129,6	126,6	123,5	120,5
140	117,4	114,8	112,1	109,5	106,8	104,2	101,9	99,58	97,27	94,96
150	92,65									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 6k8; $B_{25/85} = 3977$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	6,8 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3977 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3994 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	225824									
-30	119136	127935	136734	145533	154332	163132	175670	188208	200747	213285
-20	65524	70002	74480	78958	83436	87915	94159	100403	106647	112891
-10	37431	39804	42178	44552	46926	49300	52544	55789	59034	62279
0	22137	23443	24749	26055	27361	28667	30419	32172	33925	35678

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	22137	21155	20174	19192	18211	17230	16486	15743	14999	14256
10	13513	12945	12377	11810	11242	10675	10238	9801	9365	8928
20	8492	8153	7815	7476	7138	6800	6536	6272	6008	5744
30	5480	5273	5066	4858	4651	4444	4280	4116	3952	3788
40	3624	3494	3364	3233	3103	2973	2869	2765	2660	2556
50	2452	2368	2284	2200	2116	2032	1964	1896	1829	1761
60	1693	163	1583	1527	1472	1417	1372	1327	1282	1237
70	1192	1155	1118	1081	1044	1007	976,5	945,9	915,4	884,8
80	854,3	829,0	803,7	778,4	753,1	727,8	706,7	685,7	664,6	643,6
90	622,5	604,9	587,3	569,7	552,1	534,5	519,7	504,9	490,2	475,4
100	460,6	448,1	435,7	423,2	410,8	398,3	387,8	377,3	366,7	356,2
110	345,7	336,8	327,8	318,9	309,9	301,0	293,4	285,8	278,1	270,5
120	262,9	256,4	249,9	243,3	236,8	230,3	224,7	219,1	213,6	208,0
130	202,4	197,6	192,8	188,0	183,2	178,4	174,3	170,1	166,0	161,8
140	157,7	154,1	150,5	147,0	143,4	139,8	136,7	133,6	130,4	127,3
150	124,2									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 10k; $B_{25/85} = 3435$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	10 k Ω
Koeficient $\beta_{25/85}$	3435 \pm 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3478 \pm 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	\leq 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	\pm 0,5 °C pro t = 25 °C ** \pm 1,0 °C pro t = 0 až 70 °C **

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologii.

**Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

Závislost hodnoty odporu v k Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	210,514									
-30	121,737	128,421	135,513	143,038	151,025	159,505	168,510	178,075	188,237	199,036
-20	72,503	76,257	80,230	84,435	88,886	93,600	98,593	103,884	109,491	115,434
-10	44,476	46,642	48,928	51,340	53,888	56,578	59,420	62,423	65,598	68,954
0	28,081	29,366	30,717	32,140	33,638	35,216	36,878	38,630	40,476	42,423

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	28,081	26,861	25,700	24,596	23,547	22,548	21,597	20,691	19,829	19,008
10	18,226	17,480	16,770	16,092	15,445	14,829	14,240	13,678	13,142	12,630
20	12,141	11,673	11,226	10,799	10,391	10,000	9,626	9,269	8,926	8,599
30	8,285	7,984	7,696	7,420	7,156	6,902	6,659	6,426	6,202	5,987
40	5,781	5,583	5,393	5,211	5,035	4,867	4,705	4,549	4,399	4,255
50	4,117	3,984	3,855	3,732	3,613	3,499	3,388	3,282	3,180	3,081
60	2,986	2,895	2,806	2,721	2,639	2,560	2,483	2,409	2,338	2,269
70	2,203	2,138	2,076	2,016	1,958	1,902	1,848	1,796	1,745	1,696
80	1,649	1,603	1,558	1,515	1,474	1,434	1,395	1,357	1,320	1,285
90	1,250	1,217	1,185	1,154	1,123	1,094	1,065	1,038	1,011	0,985
100	0,959	0,935	0,911	0,888	0,866	0,844	0,823	0,802	0,782	0,763
110	0,744	0,725	0,707	0,690	0,673	0,657	0,641	0,625	0,610	0,596
120	0,581	0,567	0,554	0,541	0,528	0,516				

Poznámka 1: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Poznámka 2: tento typ čidla je zaměnitelný s čidlem NTC 10k; $\beta_{25/85} = 3455$ s tolerancí \pm 1%

Čidlo teploty NTC 10k; $B_{25/85} = 3977$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	10 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3977 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3994 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	± 0,5 °C pro t = 25 °C ** ± 1,0 °C pro t = 0 až 70 °C **

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologii.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

Závislost hodnoty odporu v kΩ na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	334,202									
-30	177,797	189,085	201,158	214,077	227,905	242,710	258,566	275,554	293,759	313,275
-20	97,923	103,781	110,026	116,687	123,795	131,380	139,479	148,128	157,368	167,242
-10	55,805	58,944	62,280	65,827	69,599	73,612	77,883	82,430	87,271	92,428
0	32,869	34,605	36,445	38,396	40,463	42,655	44,981	47,449	50,069	52,850

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	32,869	31,229	29,680	28,217	26,834	25,527	24,291	23,122	22,015	20,968
10	19,977	19,038	18,149	17,306	16,507	15,750	15,032	14,350	13,703	13,090
20	12,507	11,953	11,427	10,927	10,452	10,000	9,570	9,161	8,772	8,402
30	8,049	7,713	7,393	7,088	6,798	6,521	6,256	6,004	5,764	5,534
40	5,315	5,106	4,906	4,715	4,533	4,358	4,191	4,032	3,879	3,733
50	3,594	3,460	3,332	3,210	3,092	2,980	2,872	2,768	2,669	2,574
60	2,483	2,396	2,312	2,231	2,154	2,080	2,009	1,940	1,874	1,811
70	1,750	1,692	1,636	1,582	1,530	1,480	1,431	1,385	1,340	1,298
80	1,256	1,216	1,178	1,141	1,105	1,071	1,038	1,006	0,975	0,945
90	0,916	0,889	0,862	0,836	0,811	0,787	0,764	0,741	0,720	0,699
100	0,678	0,659	0,640	0,622	0,604	0,587	0,570	0,554	0,539	0,524
110	0,509	0,495	0,481	0,468	0,455	0,443	0,431	0,419	0,408	0,397
120	0,386	0,376	0,366	0,357	0,347	0,338				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené tučně jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 12k; $B_{25/85} = 3740$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	12 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3740 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3760 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 5mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±1%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	309400									
-30	171800	183340	194880	206420	217960	229500	245480	261460	277440	293420
-20	98980	105144	111308	117472	123636	129800	245480	261460	277440	293420
-10	58880	62308	65736	69164	72592	76020	138200	146600	155000	163400
0	36130	38094	40058	42022	43986	45950	80612	85204	89796	94388

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	36130	34624	33118	31612	30106	28600	27440	26280	25120	23960
10	22800	21900	21000	20100	19200	18300	17594	16888	16182	15476
20	14770	14216	13662	13108	12554	12000	11560,8	11121,6	10682,4	10243,2
30	9804	9454	9104	8754	8404	8054	7773,6	7493,2	7212,8	6932,4
40	6652	6426	6200	5974	5748	5522	5339	5156	4973	4790
50	4607	4458	4309	4160	4011	3862	3740	3618	3496	3374
60	3252	3152	3052	2951	2851	2751	2668	2585	2503	2420
70	2337	2268	2199	2131	2062	1993	1936	1879	1821	1764
80	1707	1659	1611	1563	1515	1467	1427	1387	1346	1306
90	1266	1232	1198	1164	1130	1096	1067	1038	1010	980,8
100	952,0	927,6	903,2	878,8	854,4	830,0	809,2	788,4	767,6	746,8
110	726,0	708,2	690,4	672,6	654,8	637,0	621,6	606,2	590,8	575,4
120	560,0	547,0	534,0	521,0	508,0	495,0				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 20k; $B_{25/85} = 4263$

Základní technické parametry

Čidlo	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-50 °C až 150°C *
Odpor při 25 °C	20 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	4263 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	4285 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	0,03% po 8760 hod. při t = 70 °C
Doporučený / maximální ss příkon	0,05mW / 1mW
Tolerance snímačů pro 0 °C ≤ T ≤ 70 °C	± 1,0 °C

*Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií.

Teplotní závislost odporu čidla je vyjádřena rovnicí:

$$T = [A + B \cdot \ln R_T + C \cdot (\ln R_T)^3]^{-1}$$

kde: $A = 1,152085338392319 \cdot 10^{-3}$, $B = 2,13146276927388 \cdot 10^{-4}$,
 $C = 9,372336566006315 \cdot 10^{-8}$

Závislost hodnoty odporu v Ω na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-50	1666770									
-40	813620	872257	935550	1003900	1077750	1157590	1243930	1337350	1438490	1548050
-30	415717	443730	473829	506185	540982	578420	618719	662117	708873	759271
-20	221452	235430	250387	266397	283541	301909	321594	342700	365340	389635
-10	122556	129815	137552	145802	154602	163993	174018	184723	196160	208383
0	70242	74152	78305	82717	87407	92394	97698	103342	109348	115744

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	70242	66560	63090	59821	56739	53832	51090	48503	46060	43754
10	41576	39517	37572	35733	33994	32348	30792	29318	27922	26601
20	25349	24162	23038	21971	20960	20000	19090	18225	17404	16625
30	15884	15181	14512	13876	13271	12695	12148	11627	11131	10659
40	10209	9780	9372	8982	8611	8257	7920	7597	7290	6997
50	6716	6449	6193	5949	5716	5493	5280	5076	4881	4694
60	4516	4345	4182	4025	3875	3732	3594	3462	3336	3215
70	3098	2987	2880	2778	2679	2585	2494	2407	2323	2243
80	2166	2092	2021	1952	1886	1823	1762	1704	1647	1593
90	1541	1491	1442	1396	1351	1308	1266	1226	1187	1150
100	1114	1080	1046	1014	983,0	953,1	924,1	896,2	869,3	843,3
110	818,1	793,9	770,5	747,8	726,0	704,8	684,4	664,7	645,6	627,1
120	609,3	592,0	575,4	559,2	543,6	528,5	513,8	499,7	486,0	472,7
130	459,9	447,4	435,4	423,7	412,4	401,4	390,8	380,5	370,5	360,8
140	351,4	342,3	333,5	324,9	316,4	308,6	300,8	293,2	285,8	278,7
150	271,7									

Použití čidel: Tato čidla používá společnost Honeywell u svých starších regulačních systémů. Často je nalezneme jako součást termostatů, digitálních teploměřů, v testovací technice, ve zdravotnictví a ve výpočetní technice fy Honeywell.

Čidlo teploty NTC 22k; $B_{25/85} = 3740$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 150 °C *
Odpor při 25 °C	22 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	3740 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	3760 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3% nebo ±5%.

Závislost hodnoty odporu v kΩ na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	567,2									
-30	315,0	336,2	357,3	378,5	399,6	420,8	450,1	479,4	508,6	537,9
-20	181,4	192,7	204,0	215,4	226,7	238,0	253,4	268,8	284,2	299,6
-10	107,9	114,2	120,5	126,8	133,1	139,4	147,8	156,2	164,6	173,0
0	66,24	69,84	73,44	77,05	80,65	84,25	88,98	93,71	98,44	103,2

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	66,24	63,48	60,72	57,97	55,21	52,45	50,32	48,19	46,07	43,94
10	41,81	40,16	38,51	36,85	35,20	33,55	32,26	30,96	29,67	28,37
20	27,08	26,06	25,05	24,03	23,02	22,00	21,19	20,39	19,58	18,78
30	17,97	17,33	16,69	16,05	15,41	14,77	14,26	13,74	13,23	12,71
40	12,20	11,78	11,37	10,95	10,54	10,12	9,785	9,451	9,116	8,782
50	8,447	8,174	7,901	7,627	7,354	7,081	6,857	6,634	6,410	6,187
60	5,963	5,779	5,595	5,412	5,228	5,044	4,892	4,740	4,588	4,436
70	4,284	4,158	4,032	3,906	3,780	3,654	3,549	3,444	3,339	3,234
80	3,129	3,041	2,953	2,866	2,778	2,690	2,616	2,542	2,469	2,395
90	2,321	2,259	2,197	2,134	2,072	2,010	1,957	1,904	1,852	1,799
100	1,746	1,701	1,656	1,612	1,567	1,522	1,484	1,446	1,407	1,369
110	1,331	1,298	1,266	1,233	1,201	1,168	1,140	1,112	1,083	1,055
120	1,027	1,003	0,9788	0,9547	0,9306	0,9065	0,8856	0,8648	0,8439	0,8231
130	0,8022	0,7841	0,7660	0,7479	0,7298	0,7117	0,6960	0,6803	0,6646	0,6489
140	0,6332	0,6195	0,6058	0,5921	0,5784	0,5647	0,5527	0,5408	0,5288	0,5169
150	0,5049									

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 68k; $B_{25/85} = 4190$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	68 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	4190 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	4215 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3%; ±5% nebo 10%.

Závislost hodnoty odporu v kΩ na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	2493									
-30	1303	1401	1499	1598	1696	1794	1934	2074	2213	2353
-20	708,0	757,6	807,3	856,9	906,6	956,2	1026	1095	1164	1234
-10	398,5	424,6	450,7	476,7	502,8	528,9	564,7	600,5	636,4	672,2
0	231,8	246,0	260,2	274,4	288,6	302,8	321,9	341,1	360,2	379,0

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	231,8	221,2	210,6	200,1	189,5	178,9	170,9	162,9	155,0	147,0
10	139,0	133,0	126,9	120,9	114,8	108,8	104,2	99,58	94,96	90,35
20	85,74	82,19	78,64	75,10	71,55	68,00	65,25	62,51	59,76	57,02
30	54,27	52,13	49,99	47,85	45,71	43,57	41,89	40,22	38,54	36,87
40	35,19	33,87	32,54	31,22	29,89	28,57	27,52	26,47	25,43	24,38
50	23,33	22,49	21,66	20,82	19,99	19,15	18,48	17,81	17,13	16,46
60	15,79	15,25	14,71	14,17	13,63	13,09	12,65	12,21	11,78	11,34
70	10,90	10,54	10,19	9,828	9,471	9,114	8,822	8,530	8,239	7,947
80	7,655	7,415	7,176	6,936	6,697	6,457	6,259	6,062	5,864	5,667
90	5,469	5,305	5,141	4,977	4,813	4,649	4,513	4,377	4,240	4,104
100	3,968	3,854	3,740	3,627	3,513	3,399	3,303	3,208	3,112	3,017
110	2,921	2,841	2,760	2,680	2,599	2,519	2,451	2,383	2,316	2,248
120	2,180	2,122	2,065	2,007	1,950	1,892				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Čidlo teploty NTC 100k; $B_{25/85} = 4190$

Základní technické parametry

Snímací prvek	Perličkový termistor NTC
Rozsah pracovních teplot	-40 až 125 °C *
Odpor při 25 °C	100 kΩ
Koeficient $\beta_{25/85}$	4190 ± 1%
Koeficient $\beta_{25/100}$	4215 ± 1%
Dlouhodobá stabilita odporu	≤ 3%; po 1000 hod při teplotě 85 °C **
Doporučený / maximální ss příkon	0,5 mW / 2mW
Tolerance snímačů	±5% ***

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače teploty s prvkem NTC je dán konstrukcí prvku a technologií výroby.

** Tyto parametry závisí na konkrétním typu a provedení termistoru.

*** Tolerance elektrického odporu termistoru při teplotě 25 °C je vyměřována výrobcem do skupin ±2%, ±3%; ±5% nebo 10%.

Závislost hodnoty odporu v kΩ na teplotě

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-40	3666									
-30	1917	2061	2205	2350	2494	2638	2844	3049	3255	3460
-20	1041	1114	1187	1260	1333	1406	1508	1610	1713	1815
-10	586,1	624,5	662,8	701,2	739,5	777,9	830,5	883,1	935,8	988,4
0	340,9	361,8	382,7	403,5	424,4	445,3	473,5	501,6	529,8	557,9

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	340,9	325,3	309,8	294,2	278,7	263,1	251,4	239,6	227,9	216,1
10	204,4	195,5	186,6	177,8	168,9	160,0	153,2	146,4	139,7	132,9
20	126,1	120,9	115,7	110,4	105,2	100,0	95,96	91,92	87,89	83,85
30	79,81	76,66	73,52	70,37	67,23	64,08	61,61	59,14	56,68	54,21
40	51,74	49,80	47,85	45,91	43,96	42,02	40,48	38,94	37,39	35,85
50	34,31	33,08	31,85	30,62	29,39	28,16	27,17	26,18	25,20	24,21
60	23,22	22,43	21,63	20,84	20,04	19,25	18,61	17,96	17,32	16,67
70	16,03	15,50	14,98	14,45	13,93	13,40	12,97	12,54	12,12	11,69
80	11,26	10,91	10,55	10,20	9,849	9,496	9,205	8,914	8,624	8,333
90	8,042	7,801	7,560	7,319	7,078	6,837	6,637	6,436	6,236	6,035
100	5,835	5,668	5,500	5,333	5,165	4,998	4,858	4,717	4,577	4,436
110	4,296	4,178	4,060	3,941	3,823	3,705	3,605	3,505	3,406	3,306
120	3,206	3,121	3,037	2,952	2,868	2,783				

Poznámka: hodnoty odporu uvedené **tučně** jsou převzaty z tabulky výrobce perličkového termistoru, ostatní hodnoty jsou vypočteny lineární interpolací s tím, že chyba způsobená výpočtem je o řád nižší, než výrobcem uváděná tolerance.

Termočlánkové snímače teploty

Termočláňkové snímače typ J

Základní technické parametry

Snímací prvek	Termočláňek typu J
Maximální rozsah pracovních teplot	-40 až +750 °C *
Referenční napětí při 0 °C	0,00 μV

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií

Princip:

Vlivem změny teploty měřeného prostředí dochází k definované změně napětí měřicího termočláňku. Změna napětí je definována rovnicí dle normy ČSN EN 60584-1:

$$U = \sum_{i=1}^n a_i (t_{90})^i \quad \mu V \quad \text{v rozsahu teplot } -210 \text{ } ^\circ\text{C až } +760 \text{ } ^\circ\text{C}$$

kde

$a_1 = 5,038\ 118\ 7815 \times 10^1$	$a_5 = -1,705\ 295\ 8337 \times 10^{-10}$
$a_2 = 3,047\ 583\ 6930 \times 10^{-2}$	$a_6 = 2,094\ 809\ 0697 \times 10^{-13}$
$a_3 = -8,568\ 106\ 5720 \times 10^{-5}$	$a_7 = -1,253\ 839\ 5336 \times 10^{-16}$
$a_4 = 1,322\ 819\ 5295 \times 10^{-7}$	$a_8 = 1,563\ 172\ 5697 \times 10^{-20}$

$$U = \sum_{i=1}^n a_i (t_{90})^i \quad \mu V \quad \text{v rozsahu teplot } +760 \text{ } ^\circ\text{C až } 1200 \text{ } ^\circ\text{C}$$

kde

$a_0 = 2,964\ 562\ 5681 \times 10^5$	$a_3 = -3,184\ 768\ 6701 \times 10^{-3}$
$a_1 = -1,497\ 612\ 7786 \times 10^3$	$a_4 = 1,572\ 081\ 9004 \times 10^{-6}$
$a_2 = 3,178\ 710\ 3924$	$a_5 = -3,069\ 136\ 9056 \times 10^{-10}$

Závislost hodnoty napětí v mV na teplotě:

°C	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
-200	-7,890	-8,095								
-100	-4,633	-5,037	-5,426	-5,801	-6,159	-6,500	-6,821	-7,123	-7,403	-7,659
0	0,000	-0,501	-0,995	-1,482	-1,961	-2,431	-2,893	-3,344	-3,786	-4,215

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,000	0,507	1,019	1,537	2,059	2,585	3,116	3,650	4,187	4,726
100	5,269	5,814	6,360	6,909	7,459	8,010	8,562	9,115	9,669	10,224
200	10,779	11,334	11,889	12,445	13,000	13,555	14,110	14,665	15,219	15,773
300	16,327	16,881	17,434	17,986	18,538	19,090	19,642	20,194	20,745	21,297
400	21,848	22,400	22,952	23,504	24,057	24,610	25,164	25,720	26,276	26,834
500	27,393	27,953	28,516	29,080	29,647	30,216	30,788	31,362	31,939	32,519
600	33,102	33,689	34,279	34,873	35,470	36,071	36,675	37,284	37,896	38,512
700	39,132	39,755	40,382	41,012	41,645	42,281	42,919	43,559	44,203	44,848
800	45,494	46,141	46,786	47,431	48,074	48,715	49,353	49,989	50,622	51,251
900	51,877	52,500	53,119	53,735	54,347	54,956	55,561	56,164	56,763	57,360
1000	57,953	58,545	59,134	59,721	60,307	60,890	61,473	62,054	62,634	63,214
1100	63,792	64,370	64,948	65,525	66,102	66,679	67,255	67,831	68,406	68,980
1200	69,553									

Teplotní závislost napětí na teplotě s krokem po jednom stupni celsia je v ČSN EN 60584-1.

Toleranční třídy přesnosti:

Toleranční třídy pro termočláanky J definuje norma ČSN EN 60584-2

Označení termočláanky	Toleranční třída	Dovolené odchylky °C
J	1	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ pro teploty -40°C až $+375^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,004 * t $ pro teploty $+375^{\circ}\text{C}$ až $+750^{\circ}\text{C}$
	2	$\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ pro teploty -40°C až $+333^{\circ}\text{C}$ $\pm 0,0075 * t $ pro teploty $+333^{\circ}\text{C}$ až $+750^{\circ}\text{C}$

Snímače teploty společnosti Sensit na bázi termočláanky J

V současnosti jsou vyráběny s těmito čidly pouze kabelové (standardní a zakázkové) snímače teploty.

Poznámka: Přehled kabelových (standardních a zakázkových) snímačů teplot je možné nalézt na stránkách www.sensit.cz nebo v katalogu společnosti Sensit.

Termočláňkové snímače typ K

Základní technické parametry

Snímací prvek	Termočláňek typu K
Maximální rozsah pracovních teplot	-200 až 1200 °C *
Referenční napětí při 0 °C	0,00 µV

* Skutečný rozsah pracovních teplot snímače je dán konstrukcí a technologií

Princip:

Vlivem změny teploty měřeného prostředí dochází k definované změně napětí měřicího termočláňku. Změna napětí je definována rovnicí dle normy ČSN EN 60584-1:

$$U = \sum_{i=1}^n a_i (t_{90})^i \quad \mu V \quad \text{v rozsahu teplot } -270 \text{ °C až } 0 \text{ °C}$$

kde

$a_1 = 3,945\ 012\ 8025 \times 10^1$	$a_6 = -5,741\ 032\ 7428 \times 10^{-10}$
$a_2 = 2,362\ 237\ 3598 \times 10^{-2}$	$a_7 = -3,108\ 887\ 2894 \times 10^{-12}$
$a_3 = -3,285\ 890\ 6784 \times 10^{-4}$	$a_8 = -1,045\ 160\ 9365 \times 10^{-14}$
$a_4 = -4,990\ 482\ 8777 \times 10^{-6}$	$a_9 = -1,988\ 926\ 6878 \times 10^{-17}$
$a_5 = -6,750\ 905\ 9173 \times 10^{-8}$	$a_{10} = -1,632\ 269\ 7486 \times 10^{-20}$

$$U = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i (t_{90})^i + c_0 \exp[c_1(t_{90} - 126,9686)^2] \quad \mu V \quad \text{v rozsahu teplot } 0 \text{ °C až } 1372 \text{ °C}$$

kde

$b_0 = -1,760\ 041\ 3686 \times 10^1$	$b_6 = -3,108\ 887\ 2894 \times 10^{-12}$
$b_1 = 3,892\ 120\ 4975 \times 10^1$	$b_7 = -1,045\ 160\ 9365 \times 10^{-14}$
$b_2 = 1,855\ 877\ 0032 \times 10^{-2}$	$b_8 = -1,988\ 926\ 6878 \times 10^{-17}$
$b_3 = -9,945\ 759\ 2874 \times 10^{-5}$	$b_9 = -1,632\ 269\ 7486 \times 10^{-20}$
$b_4 = 3,184\ 094\ 5719 \times 10^{-7}$	$c_0 = 1,185\ 976 \times 10^2$
$b_5 = -5,607\ 284\ 4889 \times 10^{-10}$	$c_1 = -1,183\ 432 \times 10^{-4}$

Závislost hodnoty napětí v mV na teplotě:

°C	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
-200	-5,891	-6,035	-6,158	-6,262	-6,344	-6,404	-6,441	-6,458		
-100	-3,554	-3,852	-4,138	-4,411	-4,669	-4,913	-5,141	-5,354	-5,550	-5,730
0	0,000	-0,392	-0,778	-1,156	-1,527	-1,889	-2,243	-2,587	-2,920	-3,243

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0,000	0,397	0,798	1,203	1,612	2,023	2,436	2,851	3,267	3,682
100	4,096	4,509	4,920	5,328	5,735	6,138	6,540	6,941	7,340	7,739
200	8,138	8,539	8,940	9,343	9,747	10,153	10,561	10,971	11,382	11,795
300	12,209	12,624	13,040	13,457	13,874	14,293	14,713	15,133	15,554	15,975
400	16,397	16,820	17,243	17,667	18,091	18,516	18,941	19,366	19,792	20,218
500	20,644	21,071	21,497	21,924	22,350	22,776	23,203	23,629	24,055	24,480
600	24,905	25,330	25,755	26,179	26,602	27,025	27,447	27,869	28,289	28,710
700	29,129	29,548	29,965	30,382	30,798	31,213	31,628	32,041	32,453	32,865
800	33,275	33,685	34,093	34,501	34,908	35,313	35,718	36,121	36,524	36,925
900	37,326	37,725	38,124	38,522	38,918	39,314	39,708	40,101	40,494	40,885
1000	41,276	41,665	42,053	42,440	42,826	43,211	43,595	43,978	44,359	44,740
1100	45,119	45,497	45,873	46,249	46,623	46,995	47,367	47,737	48,105	48,473
1200	48,838	49,202	49,565	49,926	50,286	50,644	51,000	51,355	51,708	52,060
1300	52,410	52,759	53,106	53,451	53,795	54,138	54,479	54,819		

Teplotní závislost napětí na teplotě s krokem po jednom stupni celsia je v ČSN EN 60584-1.

Toleranční třídy přesnosti

Toleranční třídy pro termočláanky K definuje norma ČSN EN 60584-2

Označení termočláanky	Toleranční třída	Dovolené odchylky °C	
K	1	$\pm 1,5 \text{ °C}$ $\pm 0,004 * t $	pro teploty -40 °C až $+375 \text{ °C}$ pro teploty $+375 \text{ °C}$ až $+1000 \text{ °C}$
	2	$\pm 2,5 \text{ °C}$ $\pm 0,0075 * t $	pro teploty $+40 \text{ °C}$ až $+333 \text{ °C}$ pro teploty $+333 \text{ °C}$ až $+1200 \text{ °C}$
	3	$\pm 2,5 \text{ °C}$ $\pm 0,015 * t $	pro teploty -167 °C až $+40 \text{ °C}$ pro teploty -200 °C až -167 °C

Snímače teploty společnosti Sensit na bázi termočláanky K

V současnosti jsou vyráběny s těmito čidly pouze kabelové (standardní a zakázkové) snímače teploty.

Poznámka: Přehled kabelových (standardních a zakázkových) snímačů teplot je možné nalézt na stránkách www.sensit.cz nebo v katalogu společnosti Sensit.

Unifikovaný signál 4 – 20 mA (převodníky teplota – proud)

Teplotní rozsah -30 až 60 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-30	4,000	4,178	4,356	4,533	4,711	4,889	5,067	5,244	5,422	5,600
-20	5,778	5,956	6,133	6,311	6,489	6,667	6,844	7,022	7,200	7,378
-10	7,556	7,733	7,911	8,089	8,267	8,444	8,622	8,800	8,978	9,156
0	9,333	9,511	9,689	9,867	10,044	10,222	10,400	10,578	10,756	10,933
10	11,111	11,289	11,467	11,644	11,822	12,000	12,178	12,356	12,533	12,711
20	12,889	13,067	13,244	13,422	13,600	13,778	13,956	14,133	14,311	14,489
30	14,667	14,844	15,022	15,200	15,378	15,556	15,733	15,911	16,089	16,267
40	16,444	16,622	16,800	16,978	17,156	17,333	17,511	17,689	17,867	18,044
50	18,222	18,400	18,578	18,756	18,933	19,111	19,289	19,467	19,644	19,822
60	20,000									

Teplotní rozsah: 0 až 35 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,457	4,914	5,371	5,829	6,286	6,743	7,200	7,657	8,114
10	8,571	9,029	9,486	9,943	10,400	10,857	11,314	11,771	12,229	12,686
20	13,143	13,600	14,057	14,514	14,971	15,429	15,886	16,343	16,800	17,257
30	17,714	18,171	18,629	19,086	19,543	20,000				

Teplotní rozsah: 0 až 100 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,160	4,320	4,480	4,640	4,800	4,960	5,120	5,280	5,440
10	5,600	5,760	5,920	6,080	6,240	6,400	6,560	6,720	6,880	7,040
20	7,200	7,360	7,520	7,680	7,840	8,000	8,160	8,320	8,480	8,640
30	8,800	8,960	9,120	9,280	9,440	9,600	9,760	9,920	10,080	10,240
40	10,400	10,560	10,720	10,880	11,040	11,200	11,360	11,520	11,680	11,840
50	12,000	12,160	12,320	12,480	12,640	12,800	12,960	13,120	13,280	13,440
60	13,600	13,760	13,920	14,080	14,240	14,400	14,560	14,720	14,880	15,040
70	15,200	15,360	15,520	15,680	15,840	16,000	16,160	16,320	16,480	16,640
80	16,800	16,960	17,120	17,280	17,440	17,600	17,760	17,920	18,080	18,240
90	18,400	18,560	18,720	18,880	19,040	19,200	19,360	19,520	19,680	19,840
100	20,000									

Teplotní rozsah: 0 až 150 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,107	4,213	4,320	4,427	4,533	4,640	4,747	4,853	4,960
10	5,067	5,173	5,280	5,387	5,493	5,600	5,707	5,813	5,920	6,027
20	6,133	6,240	6,347	6,453	6,560	6,667	6,773	6,880	6,987	7,093
30	7,200	7,307	7,413	7,520	7,627	7,733	7,840	7,947	8,053	8,160
40	8,267	8,373	8,480	8,587	8,693	8,800	8,907	9,013	9,120	9,227
50	9,333	9,440	9,547	9,653	9,760	9,867	9,973	10,080	10,187	10,293
60	10,400	10,507	10,613	10,720	10,827	10,933	11,040	11,147	11,253	11,360
70	11,467	11,573	11,680	11,787	11,893	12,000	12,107	12,213	12,320	12,427
80	12,533	12,640	12,747	12,853	12,960	13,067	13,173	13,280	13,387	13,493
90	13,600	13,707	13,813	13,920	14,027	14,133	14,240	14,347	14,453	14,560
100	14,667	14,773	14,880	14,987	15,093	15,200	15,307	15,413	15,520	15,627
110	15,733	15,840	15,947	16,053	16,160	16,267	16,373	16,480	16,587	16,693
120	16,800	16,907	17,013	17,120	17,227	17,333	17,440	17,547	17,653	17,760
130	17,867	17,973	18,080	18,187	18,293	18,400	18,507	18,613	18,720	18,827
140	18,933	19,040	9,467	19,253	19,360	19,467	19,573	19,680	19,787	19,893
150	20,000									

Teplotní rozsah: 0 až 200 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,080	4,160	4,240	4,320	4,400	4,480	4,560	4,640	4,720
10	4,800	4,880	4,960	5,040	5,120	5,200	5,280	5,360	5,440	5,520
20	5,600	5,680	5,760	5,840	5,920	6,000	6,080	6,160	6,240	6,320
30	6,400	6,480	6,560	6,640	6,720	6,800	6,880	6,960	7,040	7,120
40	7,200	7,280	7,360	7,440	7,520	7,600	7,680	7,760	7,840	7,920
50	8,000	8,080	8,160	8,240	8,320	8,400	8,480	8,560	8,640	8,720
60	8,800	8,880	8,960	9,040	9,120	9,200	9,280	9,360	9,440	9,520
70	9,600	9,680	9,760	9,840	9,920	10,000	10,080	10,160	10,240	10,320
80	10,400	10,480	10,560	10,640	10,720	10,800	10,880	10,960	11,040	11,120
90	11,200	11,280	11,360	11,440	11,520	11,600	11,680	11,760	11,840	11,920
100	12,000	12,080	12,160	12,240	12,320	12,400	12,480	12,560	12,640	12,720
110	12,800	12,880	12,960	13,040	13,120	13,200	13,280	13,360	13,440	13,520
120	13,600	13,680	13,760	13,840	13,920	14,000	14,080	14,160	14,240	14,320
130	14,400	14,480	14,560	14,640	14,720	14,800	14,880	14,960	15,040	15,120
140	15,200	15,280	15,360	15,440	15,520	15,600	15,680	15,760	15,840	15,920
150	16,000	16,080	16,160	16,240	16,320	16,400	16,480	16,560	16,640	16,720
160	16,800	16,880	16,960	17,040	17,120	17,200	17,280	17,360	17,440	17,520
170	17,600	17,680	17,760	17,840	17,920	18,000	18,080	18,160	18,240	18,320
180	18,400	18,480	18,560	18,640	18,720	18,800	18,880	18,960	19,040	19,120
190	19,200	19,280	19,360	19,440	19,520	19,600	19,680	19,760	19,840	19,920
200	20,000									

Teplotní rozsah: 0 až 250 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,064	4,128	4,192	4,256	4,320	4,384	4,448	4,512	4,576
10	4,640	4,704	4,768	4,832	4,896	4,960	5,024	5,088	5,152	5,216
20	5,280	5,344	5,408	5,472	5,536	5,600	5,664	5,728	5,792	5,856
30	5,920	5,984	6,048	6,112	6,176	6,240	6,304	6,368	6,432	6,496
40	6,560	6,624	6,688	6,752	6,816	6,880	6,944	7,008	7,072	7,136
50	7,200	7,264	7,328	7,392	7,456	7,520	7,584	7,648	7,712	7,776
60	7,840	7,904	7,968	8,032	8,096	8,160	8,224	8,288	8,352	8,416
70	8,480	8,544	8,608	8,672	8,736	8,800	8,864	8,928	8,992	9,056
80	9,120	9,184	9,248	9,312	9,376	9,440	9,504	9,568	9,632	9,696
90	9,760	9,824	9,888	9,952	10,016	10,080	10,144	10,208	10,272	10,336
100	10,400	10,464	10,528	10,592	10,656	10,720	10,784	10,848	10,912	10,976
110	11,040	11,104	11,168	11,232	11,296	11,360	11,424	11,488	11,552	11,616
120	11,680	11,744	11,808	11,872	11,936	12,000	12,064	12,128	12,192	12,256
130	12,320	12,384	12,448	12,512	12,576	12,640	12,704	12,768	12,832	12,896
140	12,960	13,024	13,088	13,152	13,216	13,280	13,344	13,408	13,472	13,536
150	13,600	13,664	13,728	13,792	13,856	13,920	13,984	14,048	14,112	14,176
160	14,240	14,304	14,368	14,432	14,496	14,560	14,624	14,688	14,752	14,816
170	14,880	14,944	15,008	15,072	15,136	15,200	15,264	15,328	15,392	15,456
180	15,520	15,584	15,648	15,712	15,776	15,840	15,904	15,968	16,032	16,096
190	16,160	16,224	16,288	16,352	16,416	16,480	16,544	16,608	16,672	16,736
200	16,800	16,864	16,928	16,992	17,056	17,120	17,184	17,248	17,312	17,376
210	17,440	17,504	17,568	17,632	17,696	17,760	17,824	17,888	17,952	18,016
220	18,080	18,144	18,208	18,272	18,336	18,400	18,464	18,528	18,592	18,656
230	18,720	18,784	18,848	18,912	18,976	19,040	19,104	19,168	19,232	19,296
240	19,360	19,424	19,488	19,552	19,616	19,680	19,744	19,808	19,872	19,936
250	20,000									

Teplotní rozsah: 0 až 400 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,000	4,040	4,080	4,120	4,160	4,200	4,240	4,280	4,320	4,360
10	4,400	4,440	4,480	4,520	4,560	4,600	4,640	4,680	4,720	4,760
20	4,800	4,840	4,880	4,920	4,960	5,000	5,040	5,080	5,120	5,160
30	5,200	5,240	5,280	5,320	5,360	5,400	5,440	5,480	5,520	5,560
40	5,600	5,640	5,680	5,720	5,760	5,800	5,840	5,880	5,920	5,960
50	6,000	6,040	6,080	6,120	6,160	6,200	6,240	6,280	6,320	6,360
60	6,400	6,440	6,480	6,520	6,560	6,600	6,640	6,680	6,720	6,760
70	6,800	6,840	6,880	6,920	6,960	7,000	7,040	7,080	7,120	7,160
80	7,200	7,240	7,280	7,320	7,360	7,400	7,440	7,480	7,520	7,560
90	7,600	7,640	7,680	7,720	7,760	7,800	7,840	7,880	7,920	7,960
100	8,000	8,040	8,080	8,120	8,160	8,200	8,240	8,280	8,320	8,360
110	8,400	8,440	8,480	8,520	8,560	8,600	8,640	8,680	8,720	8,760
120	8,800	8,840	8,880	8,920	8,960	9,000	9,040	9,080	9,120	9,160
130	9,200	9,240	9,280	9,320	9,360	9,400	9,440	9,480	9,520	9,560
140	9,600	9,640	9,680	9,720	9,760	9,800	9,840	9,880	9,920	9,960
150	10,000	10,040	10,080	10,120	10,160	10,200	10,240	10,280	10,320	10,360
160	10,400	10,440	10,480	10,520	10,560	10,600	10,640	10,680	10,720	10,760
170	10,800	10,840	10,880	10,920	10,960	11,000	11,040	11,080	11,120	11,160
180	11,200	11,240	11,280	11,320	11,360	11,400	11,440	11,480	11,520	11,560
190	11,600	11,640	11,680	11,720	11,760	11,800	11,840	11,880	11,920	11,960
200	12,000	12,040	12,080	12,120	12,160	12,200	12,240	12,280	12,320	12,360
210	12,400	12,440	12,480	12,520	12,560	12,600	12,640	12,680	12,720	12,760
220	12,800	12,840	12,880	12,920	12,960	13,000	13,040	13,080	13,120	13,160
230	13,200	13,240	13,280	13,320	13,360	13,400	13,440	13,480	13,520	13,560
240	13,600	13,640	13,680	13,720	13,760	13,800	13,840	13,880	13,920	13,960
250	14,000	14,040	14,080	14,120	14,160	14,200	14,240	14,280	14,320	14,360
260	14,400	14,440	14,480	14,520	14,560	14,600	14,640	14,680	14,720	14,760
270	14,800	14,840	14,880	14,920	14,960	15,000	15,040	15,080	15,120	15,160
280	15,200	15,240	15,280	15,320	15,360	15,400	15,440	15,480	15,520	15,560
290	15,600	15,640	15,680	15,720	15,760	15,800	15,840	15,880	15,920	15,960
300	16,000	16,040	16,080	16,120	16,160	16,200	16,240	16,280	16,320	16,360
310	16,400	16,440	16,480	16,520	16,560	16,600	16,640	16,680	16,720	16,760
320	16,800	16,840	16,880	16,920	16,960	17,000	17,040	17,080	17,120	17,160
330	17,200	17,240	17,280	17,320	17,360	17,400	17,440	17,480	17,520	17,560
340	17,600	17,640	17,680	17,720	17,760	17,800	17,840	17,880	17,920	17,960
350	18,000	18,040	18,080	18,120	18,160	18,200	18,240	18,280	18,320	18,360
360	18,400	18,440	18,480	18,520	18,560	18,600	18,640	18,680	18,720	18,760
370	18,800	18,840	18,880	18,920	18,960	19,000	19,040	19,080	19,120	19,160
380	19,200	19,240	19,280	19,320	19,360	19,400	19,440	19,480	19,520	19,560
390	19,600	19,640	19,680	19,720	19,760	19,800	19,840	19,880	19,920	19,960
400	20,000									

Teplotní rozsah: -50 až 50 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-50	4,000	4,160	4,320	4,480	4,640	4,800	4,960	5,120	5,280	5,440
-40	5,600	5,760	5,920	6,080	6,240	6,400	6,560	6,720	6,880	7,040
-30	7,200	7,360	7,520	7,680	7,840	8,000	8,160	8,320	8,480	8,640
-20	8,800	8,960	9,120	9,280	9,440	9,600	9,760	9,920	10,080	10,240
-10	10,400	10,560	10,720	10,880	11,040	11,200	11,360	11,520	11,680	11,840
0	12,000	12,160	12,320	12,480	12,640	12,800	12,960	13,120	13,280	13,440
10	13,600	13,760	13,920	14,080	14,240	14,400	14,560	14,720	14,880	15,040
20	15,200	15,360	15,520	15,680	15,840	16,000	16,160	16,320	16,480	16,640
30	16,800	16,960	17,120	17,280	17,440	17,600	17,760	17,920	18,080	18,240
40	18,400	18,560	18,720	18,880	19,040	19,200	19,360	19,520	19,680	19,840
50	20,000									

Unifikovaný signál 0 – 10 V (převodníky teplota – napětí)

Teplotní rozsah: -30 až 60 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-30	0,000	0,111	0,222	0,333	0,444	0,556	0,667	0,778	0,889	1,000
-20	1,111	1,222	1,333	1,444	1,556	1,667	1,778	1,889	2,000	2,111
-10	2,222	2,333	2,444	2,556	2,667	2,778	2,889	3,000	3,111	3,222
0	3,333	3,444	3,556	3,667	3,778	3,889	4,000	4,111	4,222	4,333
10	4,444	4,556	4,667	4,778	4,889	5,000	5,111	5,222	5,333	5,444
20	5,556	5,667	5,778	5,889	6,000	6,111	6,222	6,333	6,444	6,556
30	6,667	6,778	6,889	7,000	7,111	7,222	7,333	7,444	7,556	7,667
40	7,778	7,889	8,000	8,111	8,222	8,333	8,444	8,556	8,667	8,778
50	8,889	9,000	9,111	9,222	9,333	9,444	9,556	9,667	9,778	9,889
60	10,000									

Teplotní rozsah: 0 až 35 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,286	0,571	0,857	1,143	1,429	1,714	2,000	2,286	2,571
10	2,857	3,143	3,429	3,714	4,000	4,286	4,571	4,857	5,143	5,429
20	5,714	6,000	6,286	6,571	6,857	7,143	7,429	7,714	8,000	8,286
30	8,571	8,857	9,143	9,429	9,714	10,000				

Teplotní rozsah: 0 až 100 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900
10	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900
20	2,000	2,100	2,200	2,300	2,400	2,500	2,600	2,700	2,800	2,900
30	3,000	3,100	3,200	3,300	3,400	3,500	3,600	3,700	3,800	3,900
40	4,000	4,100	4,200	4,300	4,400	4,500	4,600	4,700	4,800	4,900
50	5,000	5,100	5,200	5,300	5,400	5,500	5,600	5,700	5,800	5,900
60	6,000	6,100	6,200	6,300	6,400	6,500	6,600	6,700	6,800	6,900
70	7,000	7,100	7,200	7,300	7,400	7,500	7,600	7,700	7,800	7,900
80	8,000	8,100	8,200	8,300	8,400	8,500	8,600	8,700	8,800	8,900
90	9,000	9,100	9,200	9,300	9,400	9,500	9,600	9,700	9,800	9,900
100	10,000									

Teplotní rozsah: 0 až 150 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,067	0,133	0,200	0,267	0,333	0,400	0,467	0,533	0,600
10	0,667	0,733	0,800	0,867	0,933	1,000	1,067	1,133	1,200	1,267
20	1,333	1,400	1,467	1,533	1,600	1,667	1,733	1,800	1,867	1,933
30	2,000	2,067	2,133	2,200	2,267	2,333	2,400	2,467	2,533	2,600
40	2,667	2,733	2,800	2,867	2,933	3,000	3,067	3,133	3,200	3,267
50	3,333	3,400	3,467	3,533	3,600	3,667	3,733	3,800	3,867	3,933
60	4,000	4,067	4,133	4,200	4,267	4,333	4,400	4,467	4,533	4,600
70	4,667	4,733	4,800	4,867	4,933	5,000	5,067	5,133	5,200	5,267
80	5,333	5,400	5,467	5,533	5,600	5,667	5,733	5,800	5,867	5,933
90	6,000	6,067	6,133	6,200	6,267	6,333	6,400	6,467	6,533	6,600
100	6,667	6,733	6,800	6,867	6,933	7,000	7,067	7,133	7,200	7,267
110	7,333	7,400	7,467	7,533	7,600	7,667	7,733	7,800	7,867	7,933
120	8,000	8,067	8,133	8,200	8,267	8,333	8,400	8,467	8,533	8,600
130	8,667	8,733	8,800	8,867	8,933	9,000	9,067	9,133	9,200	9,267
140	9,333	9,400	9,467	9,533	9,600	9,667	9,733	9,800	9,867	9,933
150	10,000									

Teplotní rozsah: 0 až 250 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,040	0,080	0,120	0,160	0,200	0,240	0,280	0,320	0,360
10	0,400	0,440	0,480	0,520	0,560	0,600	0,640	0,680	0,720	0,760
20	0,800	0,840	0,880	0,920	0,960	1,000	1,040	1,080	1,120	1,160
30	1,200	1,240	1,280	1,320	1,360	1,400	1,440	1,480	1,520	1,560
40	1,600	1,640	1,680	1,720	1,760	1,800	1,840	1,880	1,920	1,960
50	2,000	2,040	2,080	2,120	2,160	2,200	2,240	2,280	2,320	2,360
60	2,400	2,440	2,480	2,520	2,560	2,600	2,640	2,680	2,720	2,760
70	2,800	2,840	2,880	2,920	2,960	3,000	3,040	3,080	3,120	3,160
80	3,200	3,240	3,280	3,320	3,360	3,400	3,440	3,480	3,520	3,560
90	3,600	3,640	3,680	3,720	3,760	3,800	3,840	3,880	3,920	3,960
100	4,000	4,040	4,080	4,120	4,160	4,200	4,240	4,280	4,320	4,360
110	4,400	4,440	4,480	4,520	4,560	4,600	4,640	4,680	4,720	4,760
120	4,800	4,840	4,880	4,920	4,960	5,000	5,040	5,080	5,120	5,160
130	5,200	5,240	5,280	5,320	5,360	5,400	5,440	5,480	5,520	5,560
140	5,600	5,640	5,680	5,720	5,760	5,800	5,840	5,880	5,920	5,960
150	6,000	6,040	6,080	6,120	6,160	6,200	6,240	6,280	6,320	6,360
160	6,400	6,440	6,480	6,520	6,560	6,600	6,640	6,680	6,720	6,760
170	6,800	6,840	6,880	6,920	6,960	7,000	7,040	7,080	7,120	7,160
180	7,200	7,240	7,280	7,320	7,360	7,400	7,440	7,480	7,520	7,560
190	7,600	7,640	7,680	7,720	7,760	7,800	7,840	7,880	7,920	7,960
200	8,000	8,040	8,080	8,120	8,160	8,200	8,240	8,280	8,320	8,360
210	8,400	8,440	8,480	8,520	8,560	8,600	8,640	8,680	8,720	8,760
220	8,800	8,840	8,880	8,920	8,960	9,000	9,040	9,080	9,120	9,160
230	9,200	9,240	9,280	9,320	9,360	9,400	9,440	9,480	9,520	9,560
240	9,600	9,640	9,680	9,720	9,760	9,800	9,840	9,880	9,920	9,960
250	10,000									

Časté dotazy

- *Proč lze měřit niklovým snímačem teploty jen do 250 °C, když je to kov?*

Nikl je, v porovnání s platinou, silně korozivní prvek. Tzn., že při styku s kyslíkem se vytváří kysličník nikelnatý (NiO), který má podstatně jiné fyzikálně elektrické vlastnosti než čistý nikl. Z tohoto důvodu je tenká niklová vrstva na niklových teplotních čípech poměrně složitým způsobem chráněna tzv. pasivačními vrstvami před přímým stykem se vzdušným kyslíkem. Pasivační vlastnosti těchto vrstev jsou ale teplotně závislé. Se zvyšující se teplotou jejich pasivační schopnosti klesají tak, že při teplotách nad 250°C se stávají pro vzdušný kyslík částečně propustné, dochází k poměrně rychlé oxidaci měřicí niklové vrstvy a tím ke znehodnocení snímače teploty.

- *Proč niklové snímače teploty stárnou a jak toto stárnutí ovlivňuje výsledek měření?*

Odpověď navazuje na předcházející dotaz. Pasivační vrstvy u niklového teplotní čidla nejsou nikdy pro vzdušný kyslík stoprocentně nepropustné a tak postupně v čase dochází k pozvolné oxidaci niklové vrstvy. Říkáme, že Ni čidlo stárne, hodnota jeho odporu postupně stoupá a niklový snímač teploty po určité, vzhledem k životnosti vyhodnocovací aparatury dostatečně dlouhé, době vykazuje kladnou absolutní chybu. Ukazuje vyšší hodnotu teploty, než je skutečná. Rychlost stárnutí niklového snímače teploty je tím větší, čím vyšší je maximální měřená teplota nebo čím déle je snímač trvale vystaven teplotám v horní hranici teplotního rozsahu. Pro měření teploty do 150°C lze absolutní chybu měření, způsobenou stárnutím niklové vrstvy, zanedbat. Míra (rychlost) stárnutí, vzhledem k tomu, co bylo výše řečeno, je závislá zejména na kvalitě pasivace měřicí niklové vrstvy a ta se liší nejen v závislosti na výrobci, ale i v rámci jednoho výrobce na konkrétním typu niklového čipu či dokonce na šarži jednoho konkrétního typu.

Použitá literatura

- Ptáček, J. a kol.; Měření teploty v průmyslu; Dům techniky ČSVTS, Praha 1991
- Halliday, D. and col.; Fyzika, část 2 Mechanika – Termodynamika, VUT Brno a VITIUM; 2000; ISBN 80-214-1868-0
- Holub, R.; Vintr, Z.: Spolehlivost letadlové techniky (elektronická učebnice); VUT v Brně, FSI, Brno 2001
- Vintr, Z. a kol.: Metodika zrychlené zkoušky životnosti teplotních snímačů; Brno 2015
- Vintr, Z. a kol.: Závěrečná zpráva z průběhu zrychlené zkoušky životnosti teplotních snímačů; Brno 2016; interní materiál společnosti Sensit.
- ČSN EN 60 751; UNMZ Praha 2014
- ČSN EN 60584; UNMZ Praha 2014
- ČSN EN 60 529; UNMZ Praha
- ČSN EN 1434-2 Měřidla tepla – Část 2: Konstrukční požadavky; ÚNMZ Praha 2016
- Bejček, L.; Přehled trhu snímačů teploty do průmyslového prostředí; AUTOMA 6/2009
- Janíček, J.: Polovodičové spínače teploty – termistory; AUTOMA 1/2015
- Kreidl, M.: Měření teploty; BEN, Praha, 2005; ISBN 80-7300-145-4
- Katalog TDK EPCOS 2013-2014
- Katalog KROHNE Měření teploty; © Krohne 02/2014 4003885901 CA Temperature-R02-cz
- Data sheet B+B Thermo Technik GmbH
- Zákon 505/1990 Sb O metrologii ve znění pozdějších předpisů
- Teplota ; materiál JSP, s.r.o. Jičín,
- Vitouš, O. : Jak na převodník SMT160-30-92; www.vyvoj.hw.cz; 1.12.2001
- Slaný, K.: Sběrnice 1-wir a čidlo DS18B20;
http://merlin.fit.vutbr.cz/FITkit/docs/aplikace/apps_communication_1-wire_mcu.html
- www stránky fy IST, a.g.; VISHAY, AVX, EPCOS, BC components, Microtech
- GOST 6651-2009

Vydala společnost SENSIT s.r.o.
Školní 2610, 756 61 Rožnov pod Radhoštěm
e-mail: obchod@sensit.cz, web: www.sensit.cz
tel.: +420 571 625 571, fax: +420 571 625 572

9. vydání – únor 2019
(náklad 1000 ks)



SENSIT s.r.o.
Školní 2610
756 61 Rožnov pod Radhoštěm
Česká republika

T +420 571 625 571
F +420 571 625 572
E obchod@sensit.cz

www.sensit.cz

www.sensit-kolejovavozidla.cz
www.sensit-rubberplastic.cz

IČ 64087484
DIČ CZ64087484

