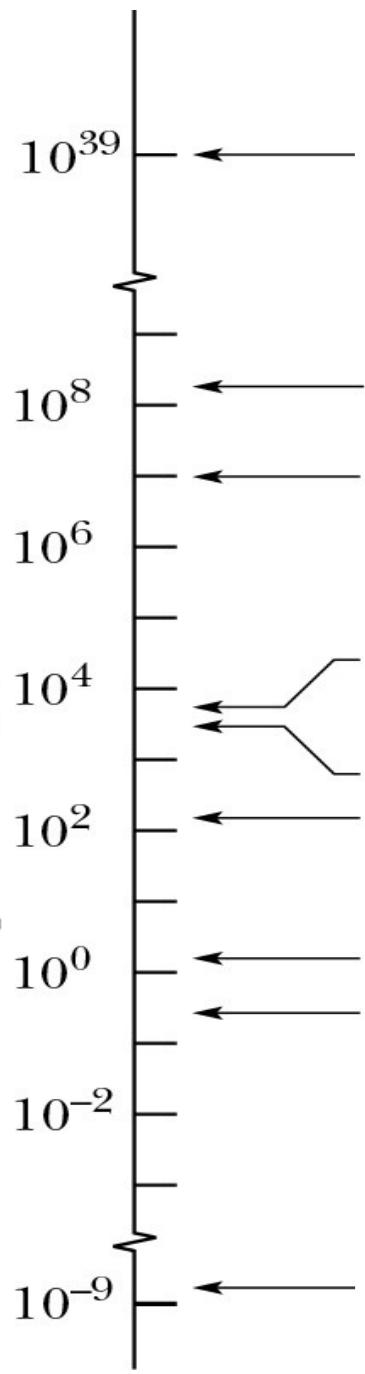


Merjenje temperature

Temperatura je veličina, ki skupaj z drugimi veličinami določa in opisuje toplotno stanje snovi. Po kinetični teoriji je temperatura merilo kinetične energije osnovnih delcev snovi.



Temperатурne skale

Z razvojem znanosti in tehnike se je pokazala potreba po razvoju enotne temperатурne skale, ki bo veljala povsod na našem planetu.

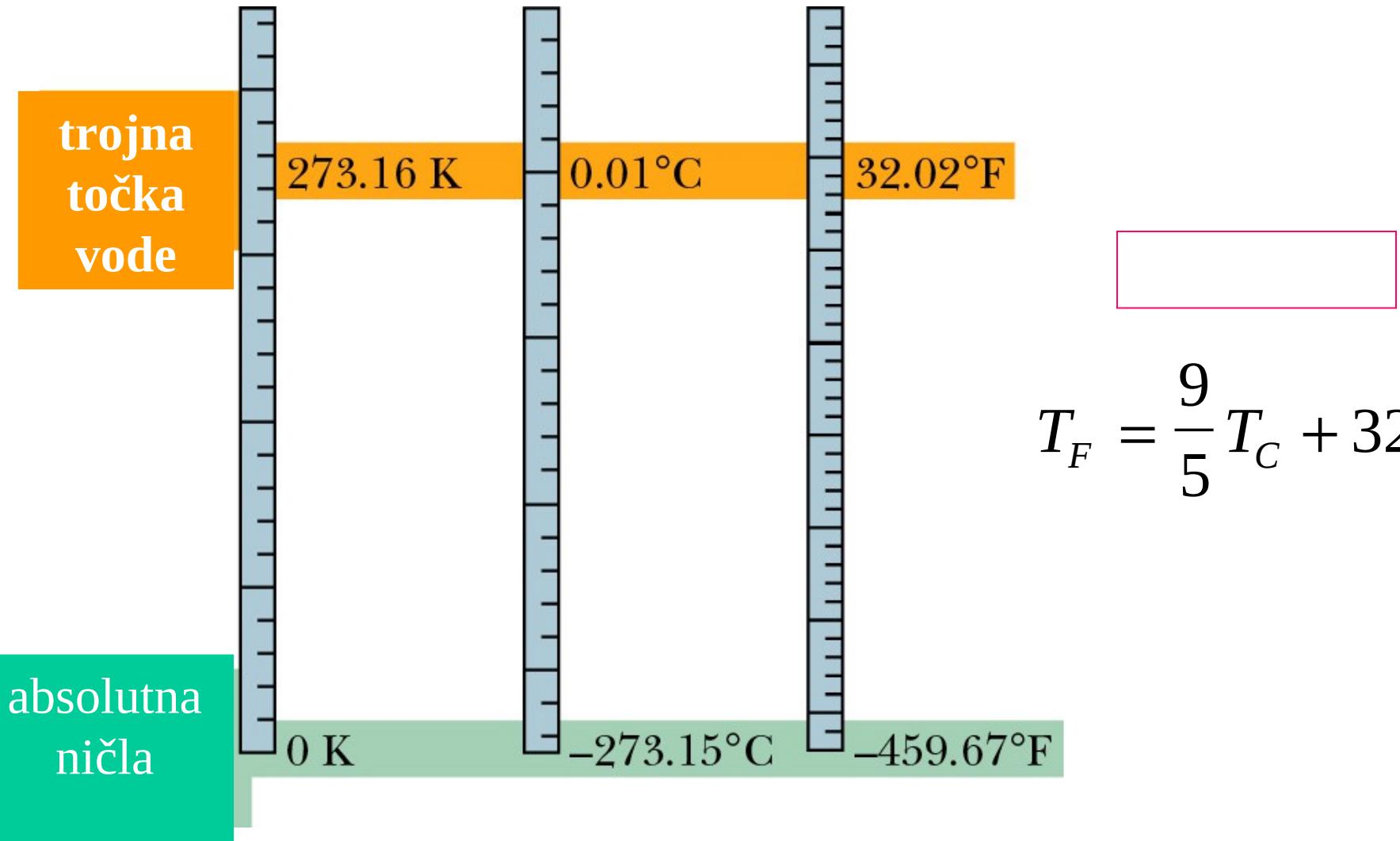
Prve predloge je naredil »Mednarodni komite za mere in uteži« (CIPM).

V praksi največ uporabljamo mednarodne temperaturne skale:

- IPTS – 68
- ITS – 90

KELVINOVA, CELZIJEVA IN FARENHEITOVA SKALA

$$T_C = T - 273,15^\circ \quad \Delta T = 10^\circ C = 10 K$$



Merilni sistem za merjenje temperature

SENSORS

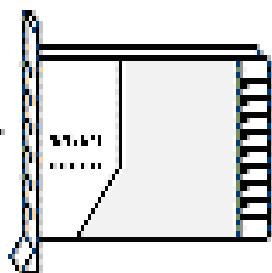


THERMOCOUPLES

THERMISTORS

RTD'S

HARDWARE

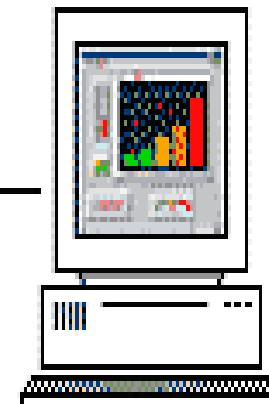


PCI/PXI BOARDS

USB BOARDS

SIGNAL CONDITIONING

SOFTWARE



DATA LOGGING

AND ANALYSIS

Vrstte temperaturnih senzorjev:

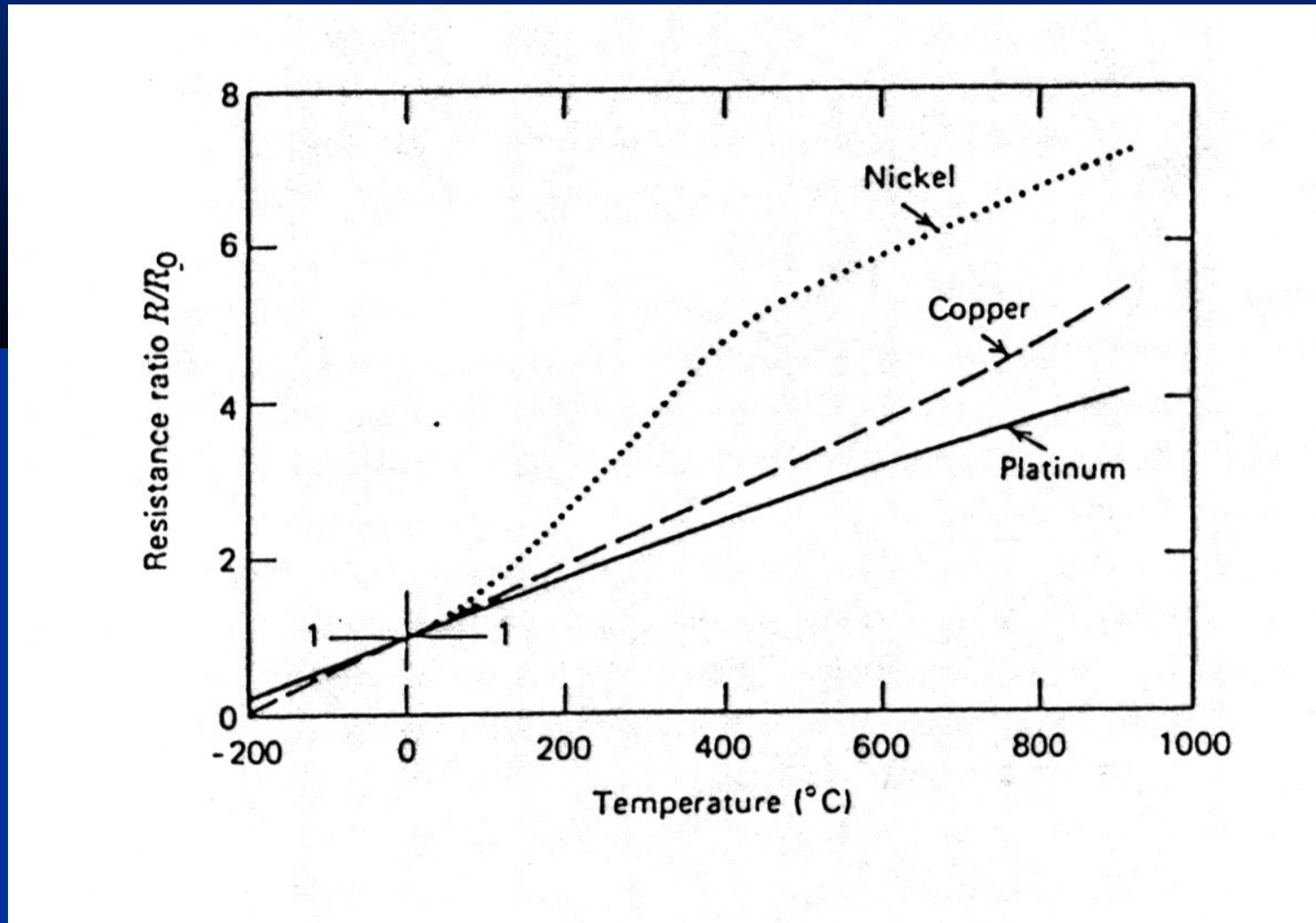
- Uporovni temperaturni senzorji RTD



**Električne uporovne termometre razvrščamo
v dve osnovni skupini, in sicer :**

- kovinskih uporovnih termometrov in**
- polprevodniških uporovnih termometrov.**

RTD senzorji: Pt, Cu, Ni



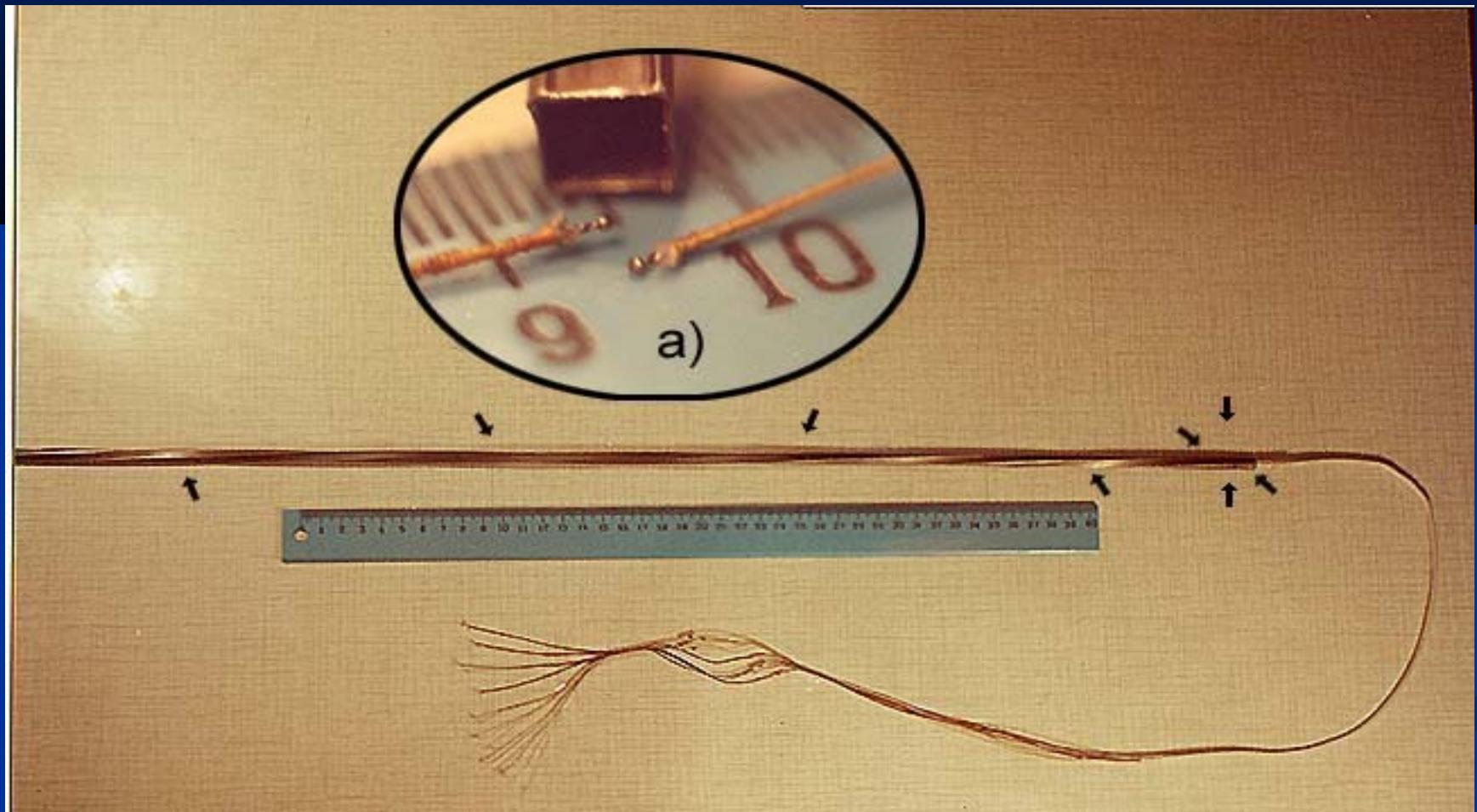
Osnovni podatki po DIN 43760 / IEC 751
v Ohmih, za Pt100

°C	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	18,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-190	22,80	22,37	21,94	21,51	21,08	20,65	20,22	19,79	19,36	18,93
-180	27,08	26,65	26,23	25,80	25,37	24,94	24,52	24,09	23,66	23,32
-170	31,32	30,90	30,47	30,05	29,63	29,20	28,78	28,35	27,93	27,50
-160	35,53	35,11	34,69	34,27	33,85	33,43	33,01	32,59	32,16	31,74
-150	39,71	39,30	38,88	38,46	38,04	37,63	37,21	36,79	36,37	35,95
-140	43,87	43,45	43,04	43,63	42,21	41,79	41,38	40,96	40,55	40,13
-130	48,00	47,59	47,18	46,76	46,35	45,94	45,52	45,11	44,70	44,28
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,64	49,23	48,82	48,41
-110	56,19	55,78	55,38	54,97	54,56	54,15	53,74	53,33	52,92	52,52
-100	60,25	59,85	59,44	59,04	58,63	58,22	57,82	57,41	57,00	56,60
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,87	61,47	61,06	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	77,13	76,73
-40	84,27	83,88	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	111,28
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	113,99	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,85	118,24	118,62	119,01
50	119,40	119,78	120,16	120,55	120,93	121,32	121,70	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,62	124,01	124,39	124,77	125,16	125,54	125,92	126,31	126,69
70	127,07	127,45	127,84	128,22	128,60	128,98	129,37	129,75	130,13	130,51
80	130,89	131,27	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,56	133,94	134,32
90	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12
100	138,50	138,88	139,26	139,64	140,02	140,39	140,77	141,15	141,53	141,93
110	142,29	142,66	143,04	143,42	143,80	144,17	144,55	144,93	145,31	145,68
120	146,06	146,44	146,81	147,19	147,57	147,94	148,32	148,70	149,07	149,45
130	149,82	150,20	150,57	150,95	151,33	151,70	152,08	152,45	152,83	153,20
140	153,58	153,95	154,32	154,70	155,07	155,45	155,82	156,19	156,57	156,94
150	157,31	157,69	158,06	158,43	158,81	159,18	159,55	159,93	160,30	160,67
160	161,04	161,42	161,79	162,16	162,53	162,90	163,27	163,65	164,02	164,39
170	164,76	165,13	165,50	165,87	166,24	166,61	166,98	167,35	167,72	168,09
180	168,46	168,83	169,20	169,57	169,94	170,31	170,68	171,05	171,42	171,79
190	172,16	172,53	172,90	173,26	173,63	174,00	174,37	174,74	175,10	175,47
200	175,84	176,21	176,57	176,94	177,31	177,68	178,04	178,41	178,78	179,14
210	179,51	179,88	180,24	180,61	180,97	181,34	181,71	182,07	182,44	182,80
220	183,17	183,53	183,90	184,26	184,63	184,99	185,36	185,72	186,09	186,45
230	186,82	187,18	187,54	187,91	188,27	188,63	189,00	189,36	189,72	190,09
240	190,45	190,81	191,18	191,54	191,90	192,26	192,63	192,99	193,35	193,71
250	194,07	194,44	194,80	195,16	195,52	195,88	196,24	196,60	196,96	197,33
260	197,69	198,05	198,41	198,77	199,13	199,49	199,85	200,21	200,57	200,93
270	201,29	201,65	202,01	202,36	202,72	203,08	203,44	203,80	204,16	204,52
280	204,88	205,23	205,59	205,95	206,31	206,67	207,02	207,38	207,74	208,10
290	208,45	208,81	209,17	209,52	209,88	210,24	210,59	210,95	211,31	211,66
300	212,02	212,37	212,73	213,09	213,44	213,80	214,15	214,51	214,86	215,22
310	215,57	215,93	216,28	216,64	216,99	217,35	217,70	218,05	218,41	218,76
320	219,12	219,47	219,82	220,18	220,53	220,88	221,24	221,59	221,94	222,29
330	222,65	223,00	223,35	223,70	224,06	224,41	224,76	225,11	225,46	225,81
340	226,17	226,52	226,87	227,22	227,57	227,92	228,27	228,62	228,97	229,32
350	229,67	230,02	230,37	230,72	231,07	231,42	231,77	232,12	232,47	232,82
360	233,17	233,52	233,87	234,22	234,56	234,91	235,26	235,61	235,96	236,31
370	236,65	237,00	237,35	237,70	238,04	238,39	238,74	239,09	239,43	239,78

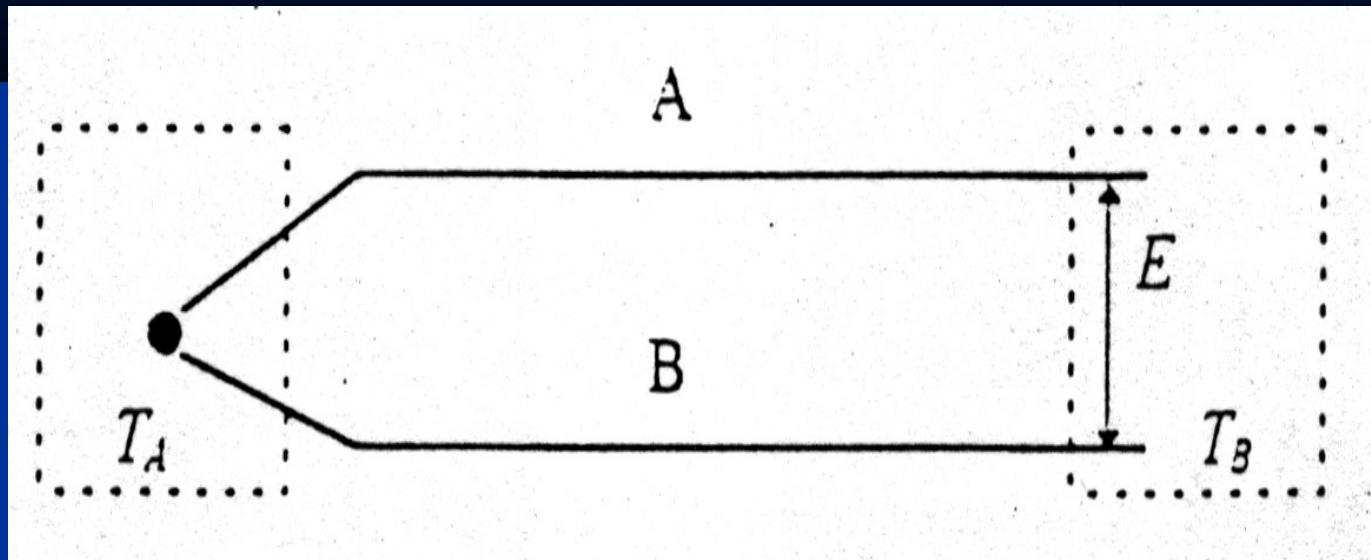
Termočleni



Primerjalna velikost TC



Dvojici na enim koncu spojenih različnih prevodnikov pravimo termočlen oziroma termopar.



Vrste termočlenov

Normirani termoelementi

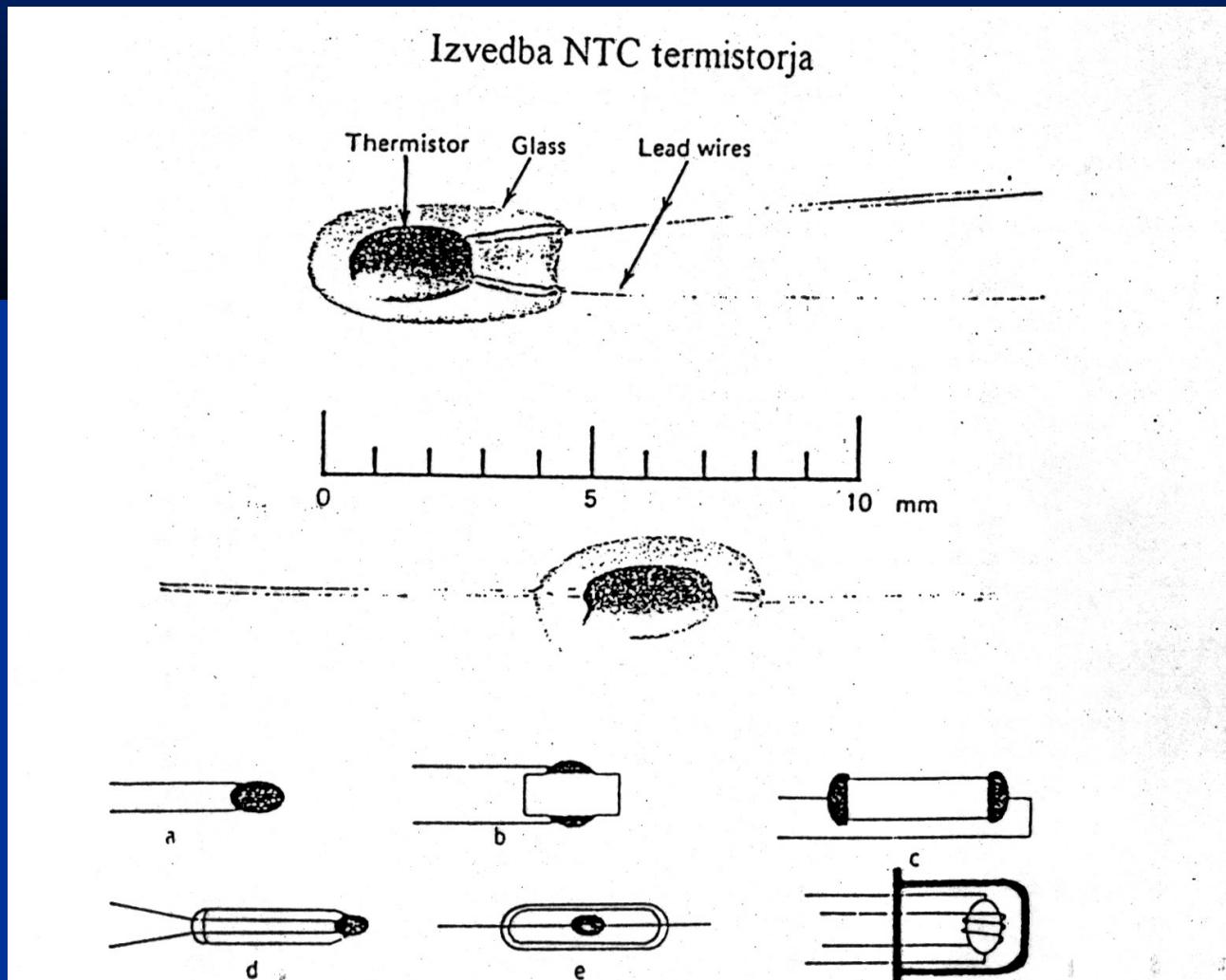
Oznaka	Kovina 1 Pozitivni pol	Kovina 2 Negativni pol	Skrajšana oznaka	Srednja vrednost temp. količnika * ($\mu V / K$)	Uporabno temperaturno področje
T	Baker	Konstantan	Cu-CuNi	42,8	- 270 ... + 400
J	Železo	Konstantan	Fe-CuNi	51,7	- 210 ... + 1200
E	Nikel- Krom	Konstantan	NiCr-CuNi	60,9	- 270 ... + 1000
K	Nikel- Krom	Nikel	NiCr-Ni	40,5	- 270 ... + 1370
S	Platina- Rodij	Platina	Pt(10%)Rh-Pt	6,4	- 50 ... + 1760
R	Platina- Rodij	Platina	Pt(13%)Rh-Pt	6,4	- 50 ... + 1760
B	Platina- Rodij	Platina	Pt(30%)Rh- Pt(6%)Rh	-	0 ... + 1820
G	Volfram	Volfram- Renij	W-W(26%)Re	-	0 ... + 2800
C	Volfram- Renij	Volfram- Renij	W(5%)Re- W(26%)Re	15	0 ... + 2800

* Pri tipih B in G zaradi velike nelinearnosti vrednosti ni mogoče podati.

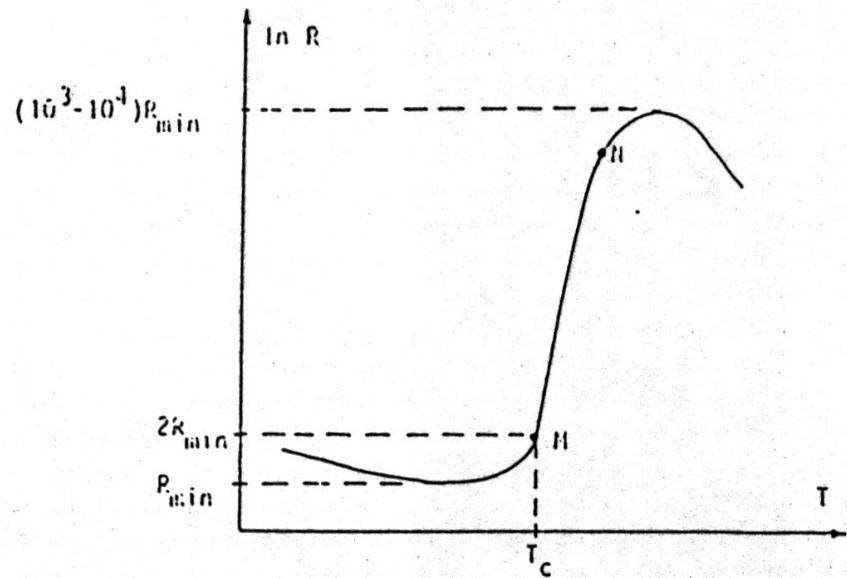
Kompenzacija hladnega spoja(CJC)

- Ob priključitvi termočlena na meritni pretvornik ustvarimo nove termočlene, ki imajo svojo termoelektrično napetost, ki nam povzroči napako pri merjenju

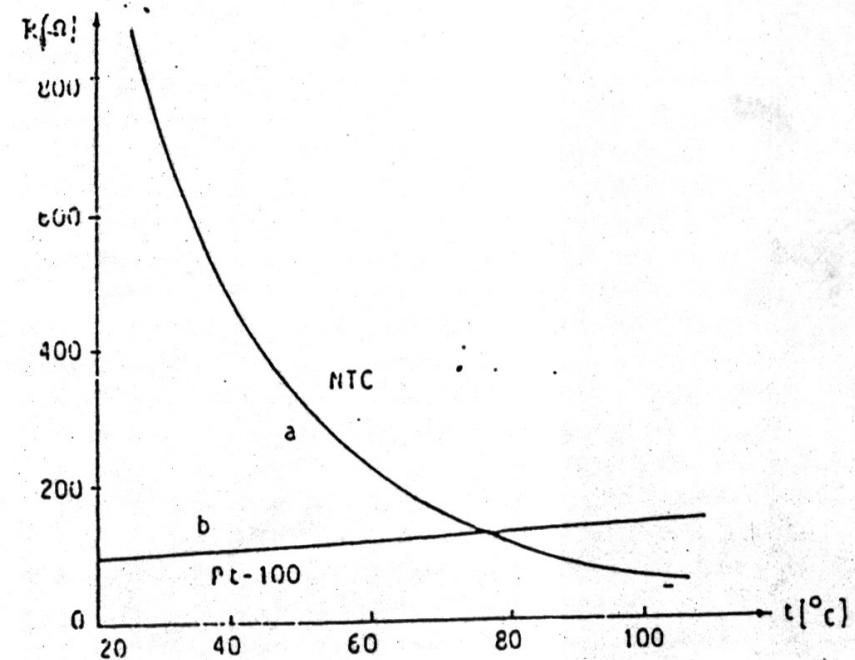
Polprevodniški uporovni senzorji



Karakteristike NTC in PTC



R-T karakteristika PTK termistorja



R-T karakteristika NTC termistorja

Polprevodniški temperaturni senzor KTY10

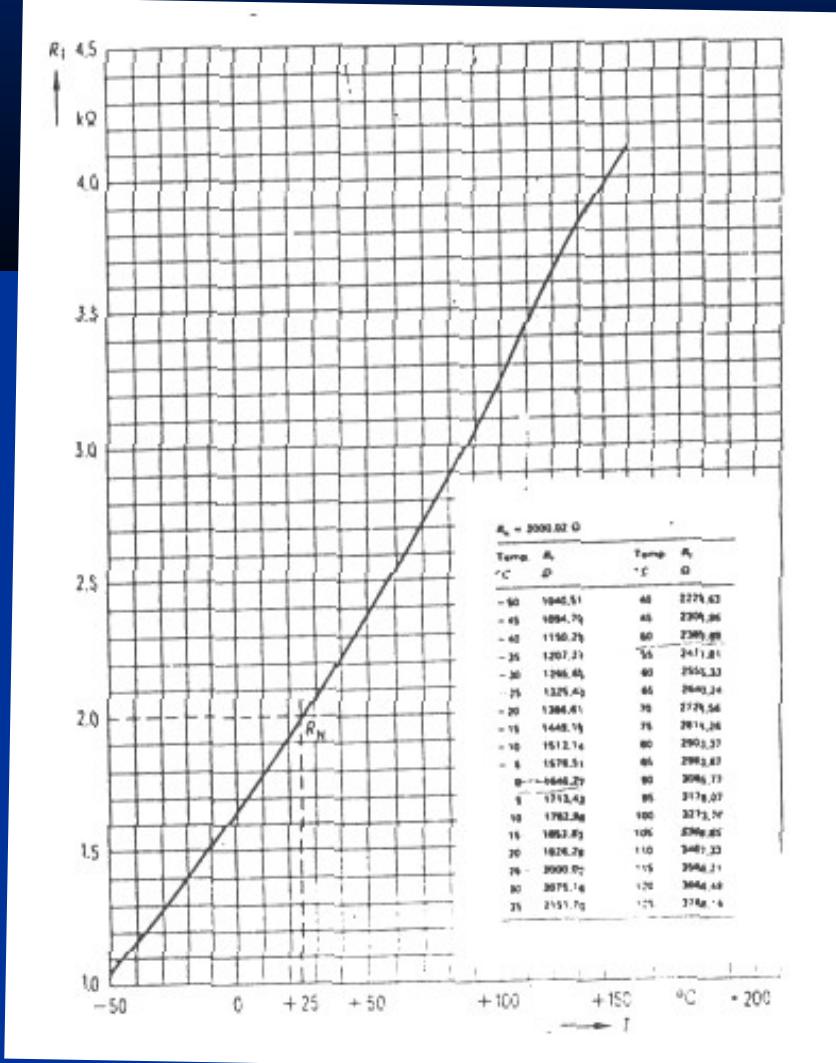
- Siemensov KTY 10
- do 150°C
- ohišja TO-92, TO-92mini, ali SOT-23
- Enačba za izračun upornosti:

$$R(T) = R_0 * (1 + A * T + B * T^2)$$

$$A = 7.88 * 10^{-3} \text{ (K-1)}$$

$$B = 1.937 * 10^{-5} \text{ (K-2)}$$

Karakteristika upornosti v odvisnosti od temperature



PRIMERJEVA RAZLIČNIH TIPAL ZA MERJENJE TEMPERATURE

	Termočlen	Uporovno tipalo	Termistor	Polvodniško tipalo
Prednosti	<ul style="list-style-type: none"> ♦ napajanje ni potrebno ♦ enostavnost ♦ cenost ♦ robustnost izvedbe ♦ široko območje merjenja temperatur ♦ hitrost 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ najbolj načančen ♦ najbolj stabilen ♦ bolj linearen kot termočlen 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ velika občutljivost ♦ hitrost ♦ enostavnost meritve 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ najbolj linearen ♦ najbolj občutljiv ♦ cenost
Slabosti	<ul style="list-style-type: none"> ♦ nelinearnost ♦ nizka izhodna napetost ♦ potrebuje temperaturno referenco ♦ najmanj občutljiv ♦ najmanj stabilen 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ cena ♦ potrebuje tokovni izvor ♦ majhna občutljivost ♦ lastno segrevanje zaradi morilnega toka (napaka) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ nelinearnost ♦ potrebuje tokovni izvor ♦ omejeno temperaturno območje morilev ♦ lastno segrevanje zaradi morilnega toka (napaka) ♦ časovna stabilnost 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ omejeno temperaturno območje morilev ♦ potrebuje zunanjje napajanje ♦ hitrost ♦ lastno segrevanje zaradi morilnega toka (napaka) ♦ omejeno število možnih izvodov