

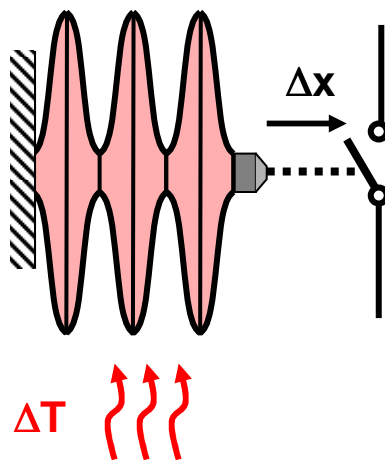
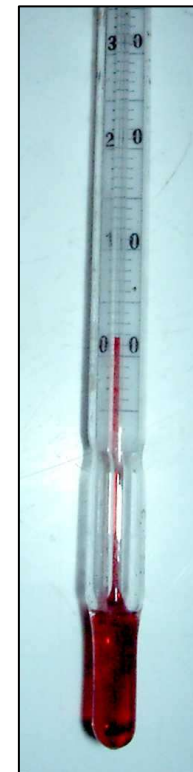
# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 1. HŐTÁGULÁSON ALAPULÓ ÁTALAKÍTÓK:

A hőmérséklet változását elmozdulássá (helyzet változássá) alakítják át

### 1.1 Folyadéktöltésű hőmérők

A töltőfolyadék térfogatváltozása alapján, egy viszonyítási skála segítségével határozható meg a hőmérséklet.



Elmozdulássá alakítható a térfogatváltozás, ha a táguló folyadékot zárt, de térfogatváltozásra képes térbe zárjuk.

Az elmozdulás mértékét a már megismert módszerrel érzékelhetjük.

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELEÉS

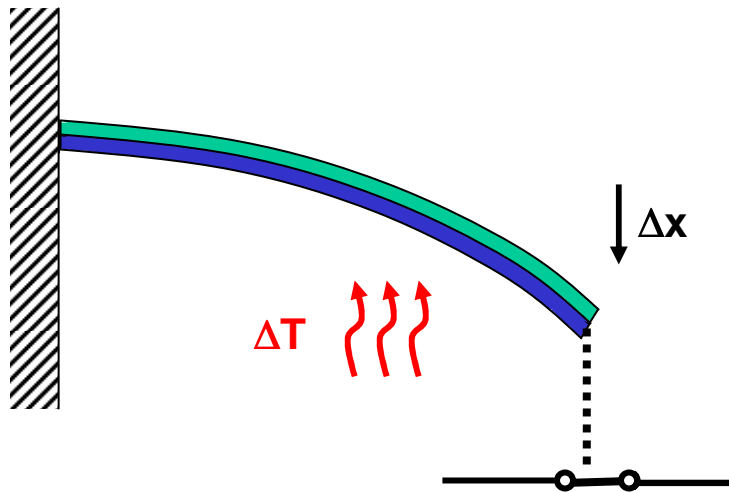
PÉLDA HŐTÁGULÁSON ALAPULÓ ÁTALAKÍTÓRA:



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 1. HŐTÁGULÁSON ALAPULÓ ÁTALAKÍTÓK:

### 1.2 Ikerfémes hőmérsékletérzékelő



Ikerfém egymástól nagymértékben különböző hőtágulási együtthatójú fémek egymáshoz rögzítve. Hőmérsékletváltozás hatására a két rész különböző mértékben nyúlik ill. rövidül, és ez okozza az ikerfém elhajlását.

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 2. ELLENÁLLÁS HŐMÉRŐK:

### 2.1. Fém alapanyagú

$R = f(T; \text{fém}; \text{ötvözőanyagok}; \text{alakítás} - \text{ötvözés})$

$$R = R_0 (1 + \alpha_1 \cdot \Delta T + \alpha_2 \cdot \Delta T^2 + \alpha_3 \cdot \Delta T^3 + \dots)$$

$$R \approx R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

ahol  $R_0$  a  $T_0$ -hoz tartozó ellenállás, és  $\Delta T = T - T_0$   
ahol  $\alpha = \alpha_1$

Anyag

kiválasztás:

•  $\alpha$  nagy legyen

• a fém anyaga „kezelhető”, legyen Pl.: aluminium: nem forrasztható

vas: korrodálódik

wolfram: nehezen alakítható

Igy tehát:

**Platina**

$\alpha_{Pt} = 3,94 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$   $R_0 = 100 \ \Omega; 1000 \ \Omega$   $-190 \dots +630 \ ^\circ\text{C}$

**Réz**

$\alpha_{Cu} = 3,96 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$   $R_0 = 10 \ \Omega; 100 \ \Omega$   $0 \dots +100 \ ^\circ\text{C}$

**Nikkel**

$\alpha_{Ni} = 6,17 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$   $R_0 = 100 \ \Omega; 1000 \ \Omega$   $-100 \dots +300 \ ^\circ\text{C}$

Pt: •vegyileg ellenálló  
•magas olvadáspontú  
•reprodukálhatóan gyártható  
•lineáris karakterisztikájú  
•drága

Cu: •oxidálódik  
•kis fajlagos ellenállású  
•reprodukálhatóan gyártható  
•lineáris karakterisztikájú  
•olcsó

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 2. ELLENÁLLÁS HŐMÉRŐK:

### Pt 100

Az ellenállás/hőmérséklet napjainkban érvényes kapcsolatát az alább többfokú polinommal írhatjuk le:

$$-200^{\circ}\text{C és } 0^{\circ}\text{C között: } R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t-100^{\circ}\text{C}) t^3]$$

$$0^{\circ}\text{C és } 850^{\circ}\text{C között: } R_t = R_0 [1 + At + Bt^2]$$

Az iparban általánosan használt minőségű platina hőmérő esetében a fenti egyenletek konstansai az alábbi értékek:

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.775 \times 10^{-7} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.183 \times 10^{-12} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-4}$$

Azon ellenállás-hőmérők esetén, mely a fentieknek eleget tesz, az  $\alpha$  hőmérsékleti együttható értéke az alábbi:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \times R_0} \text{ has the value } 0.00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

ahol

$R_{100}$  az ellenállás értéke  $100^{\circ}\text{C}$ -on;  $R_0$  az ellenállás értéke  $0^{\circ}\text{C}$ -on.

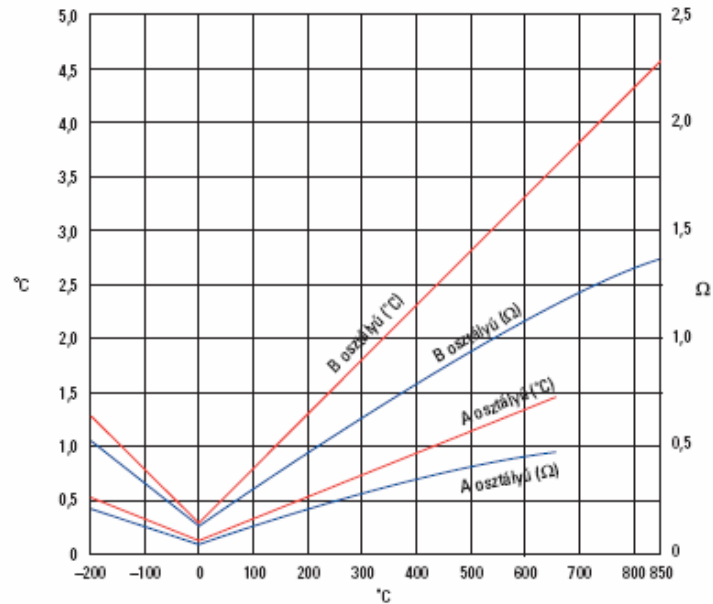
(Számítások esetén érdemesebb használni a pontos értéket, ami  $0.00385055 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .)

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 2. ELLENÁLLÁS HŐMÉRŐK:

### Pt 100

### Pt100 Elem MSZ EN 60751:1999 Szerinti Tűrés Értékei



HŐMÉRSÉKLET	TŰRÉSEK MSZ EN 60751:1999 (IEC 751:1983)			
	A osztályú		B osztályú	
	± °C	± Ωm	± °C	± Ωm
-200°C	0.55	0.24	1.3	0.56
-100°C	0.35	0.14	0.8	0.32
0°C	0.15	0.06	0.3	0.12
100°C	0.35	0.13	0.8	0.30
200°C	0.55	0.20	1.3	0.48
300°C	0.75	0.27	1.8	0.64
400°C	0.95	0.33	2.3	0.79
500°C	1.15	0.38	2.8	0.93
600°C	1.35	0.43	3.3	1.06
650°C	1.45	0.46	3.6	1.13
700°C	-	-	3.8	1.17
800°C	-	-	4.3	1.28
850°C	-	-	4.6	1.34

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 2. ELLENÁLLÁS HŐMÉRŐK:

### Ellenállás és Hőmérséklet Kapcsolata Pt100 Ellenállás-hőmérő Esetén -200°C és +850°C Közti Tartományban

°C (t <sub>90</sub> )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	°C (t <sub>90</sub> )
-200	18.52										-200
-190	22.83	22.40	21.97	21.54	21.11	20.68	20.25	19.82	19.38	18.95	-190
-180	27.10	26.67	26.24	25.82	25.39	24.97	24.54	24.11	23.68	23.25	-180
-170	31.34	30.91	30.49	30.07	29.64	29.22	28.80	28.37	27.95	27.52	-170
-160	35.54	35.12	34.70	34.28	33.86	33.44	33.02	32.60	32.18	31.76	-160
-150	39.72	39.31	38.89	38.47	38.05	37.64	37.22	36.80	36.38	35.96	-150
-140	43.88	43.46	43.05	42.63	42.22	41.80	41.39	40.97	40.56	40.14	-140
-130	48.00	47.59	47.18	46.77	46.36	45.94	45.53	45.12	44.70	44.29	-130
-120	52.11	51.70	51.29	50.88	50.47	50.06	49.65	49.24	48.83	48.42	-120
-110	56.19	55.79	55.38	54.97	54.56	54.15	53.75	53.34	52.93	52.52	-110
-100	60.26	59.85	59.44	59.04	58.63	58.23	57.82	57.41	57.01	56.60	-100
-90	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.88	61.47	61.07	60.66	-90
-80	68.33	67.92	67.52	67.12	66.72	66.31	65.91	65.51	65.11	64.70	-80
-70	72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.93	69.53	69.13	68.73	-70
-60	76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.93	73.53	73.13	72.73	-60
-50	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73	-50
-40	84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.50	81.10	80.70	-40
-30	88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67	-30
-20	92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.80	89.40	89.01	88.62	-20
-10	96.09	95.69	95.30	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.56	-10
-0	100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48	-0
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51	0
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40	10
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29	20
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15	30
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01	40
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86	50
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69	60
70	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52	70
80	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33	80
90	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13	90
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91	100
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69	110
120	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46	120
130	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21	130
140	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.20	156.58	156.95	140
150	157.33	157.70	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68	150
160	161.05	161.43	161.80	162.17	162.54	162.91	163.28	163.66	164.03	164.40	160
170	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167.00	167.37	167.74	168.11	170
180	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.70	171.07	171.43	171.80	180
190	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49	190
200	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16	200
210	179.53	179.89	180.26	180.63	180.99	181.36	181.72	182.09	182.46	182.82	210
220	183.19	183.55	183.92	184.28	184.65	185.01	185.38	185.74	186.11	186.47	220
230	186.84	187.20	187.56	187.93	188.29	188.66	189.02	189.38	189.75	190.11	230
240	190.47	190.84	191.20	191.56	191.92	192.29	192.65	193.01	193.37	193.74	240
250	194.10	194.46	194.82	195.18	195.55	195.91	196.27	196.63	196.99	197.35	250
260	197.71	198.07	198.43	198.79	199.15	199.51	199.87	200.23	200.59	200.95	260
270	201.31	201.67	202.03	202.39	202.75	203.11	203.47	203.83	204.19	204.55	270
280	204.90	205.26	205.62	205.98	206.34	206.70	207.06	207.41	207.77	208.13	280
290	208.48	208.84	209.20	209.56	209.91	210.27	210.63	210.98	211.34	211.70	290
300	212.05	212.41	212.76	213.12	213.48	213.83	214.19	214.54	214.90	215.25	300
310	215.61	215.96	216.32	216.67	217.03	217.38	217.74	218.09	218.44	218.80	310
320	219.15	219.51	219.86	220.21	220.57	220.92	221.27	221.63	221.98	222.33	320

°C (t <sub>90</sub> )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	°C (t <sub>90</sub> )
330	222.68	223.04	223.39	223.74	224.09	224.45	224.80	225.15	225.50	225.85	330
340	226.21	226.56	226.91	227.26	227.61	227.96	228.31	228.66	229.02	229.37	340
350	229.72	230.07	230.42	230.77	231.12	231.47	231.82	232.17	232.52	232.87	350
360	233.21	233.56	233.91	234.26	234.61	234.96	235.31	235.66	236.02	236.35	360
370	236.70	237.05	237.40	237.74	238.09	238.44	238.79	239.13	239.48	239.83	370
380	240.18	240.52	240.87	241.22	241.56	241.91	242.26	242.60	242.95	243.29	380
390	243.64	243.99	244.33	244.68	245.02	245.37	245.71	246.06	246.40	246.75	390
400	247.09	247.44	247.78	248.13	248.47	248.81	249.16	249.50	249.85	250.19	400
410	250.53	250.88	251.22	251.56	251.91	252.25	252.59	252.93	253.28	253.62	410
420	253.96	254.30	254.65	254.99	255.33	255.67	256.01	256.35	256.70	257.04	420
430	257.38	257.72	258.06	258.40	258.74	259.08	259.42	259.76	260.10	260.44	430
440	260.78	261.12	261.46	261.80	262.14	262.48	262.82	263.16	263.50	263.84	440
450	264.18	264.52	264.86	265.20	265.53	265.87	266.21	266.55	266.89	267.22	450
460	267.56	267.90	268.24	268.58	268.91	269.25	269.59	269.93	270.27	270.60	460
470	270.93	271.27	271.61	271.94	272.28	272.61	272.95	273.29	273.62	273.96	470
480	274.29	274.63	274.96	275.30	275.63	275.97	276.30	276.64	276.97	277.31	480
490	277.64	277.98	278.31	278.64	278.98	279.31	279.64	279.98	280.31	280.64	490
500	280.98	281.31	281.64	281.98	282.31	282.64	282.97	283.31	283.64	283.97	500
510	284.30	284.63	284.97	285.30	285.63	285.96	286.29	286.62	286.95	287.29	510
520	287.62	287.95	288.28	288.61	288.94	289.27	289.60	289.93	290.26	290.59	520
530	290.92	291.25	291.58	291.91	292.24	292.56	292.89	293.22	293.55	293.88	530
540	294.21	294.54	294.86	295.19	295.52	295.85	296.18	296.50	296.83	297.16	540
550	297.49	297.81	298.14	298.47	298.80	299.12	299.45	299.78	300.10	300.43	550
560	300.75	301.08	301.41	301.73	302.06	302.38	302.71	303.03	303.36	303.69	560
570	304.01	304.34	304.66	304.98	305.31	305.63	305.96	306.28	306.61	306.93	570
580	307.25	307.58	307.90	308.23	308.55	308.87	309.20	309.52	309.84	310.16	580
590	310.49	310.81	311.13	311.45	311.78	312.10	312.42	312.74	313.06	313.39	590
600	313.71	314.03	314.35	314.67	314.99	315.31	315.64	315.96	316.28	316.60	600
610	316.92	317.24	317.56	317.88	318.20	318.52	318.84	319.16	319.48	319.80	610
620	320.12	320.44	320.75	321.07	321.39	321.71	322.03	322.35	322.67	322.98	620
630	323.30	323.62	323.94	324.26	324.57	324.89	325.21	325.53	325.84	326.16	630
640	326.48	326.79	327.11	327.43	327.74	328.06	328.38	328.69	329.01	329.32	640
650	329.64	329.96	330.27	330.59	330.90	331.22	331.53	331.85	332.16	332.48	650
660	332.79	333.11	333.42	333.74	334.05	334.36	334.68	334.99	335.31	335.62	660
670	336.93	337.25	337.56	337.88	338.19	338.51	338.82	339.14	339.45	339.77	670
680	339.96	340.27	340.59	340.90	341.21	341.52	341.83	342.14	342.45	342.76	680
690	344.18	344.49	344.80	345.11	345.42	345.73	346.04	346.35	346.66	346.97	690
700	348.28	348.59	348.90	349.21	349.52	349.83	350.14	350.45	350.76	351.07	700
710	348.38	348.69	349.00	349.31	349.62	349.93	350.24	350.55	350.86	351.17</	

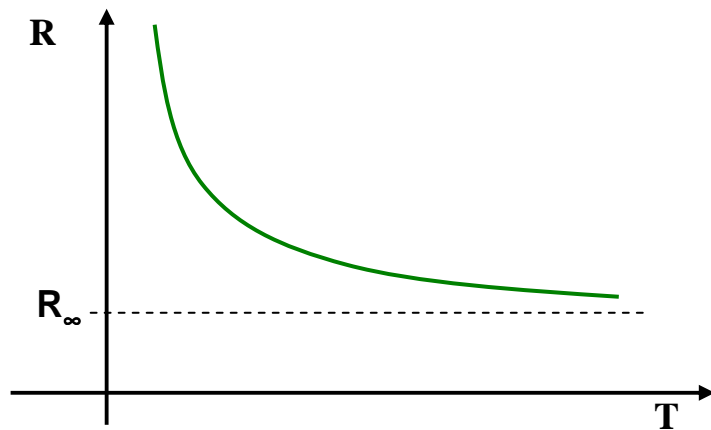
# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 2. ELLENÁLLÁS HŐMÉRŐK:

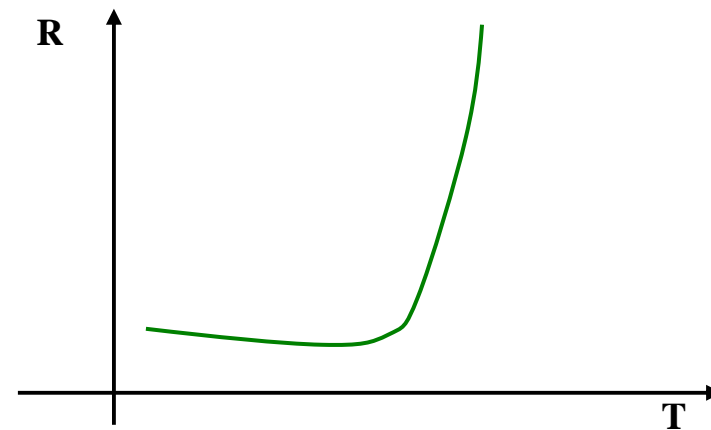
### 2.2. Félvezető alapanyagú (termisztor)

#### HŐMÉRSÉKLETI TÉNYEZŐ

##### NEGATÍV: NTC



##### POZITÍV: PTC

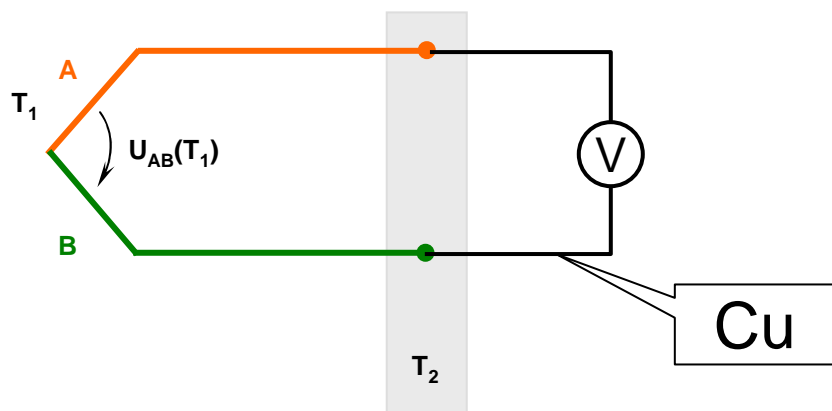


$$R = R_{\infty} \cdot e^{\frac{B}{T}}$$



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):



Két különböző fém összekapcsolásakor a kötéspont hőmérsékletváltozásának hatására a szabad végek (hidegpont) között egyenfeszültség mérhető.

A kapott feszültség nagysága a "meleg" és a "hideg" pontok közötti hőmérsékletkülönbségtől, valamint a hőelemet alkotó fémek tulajdonságától függ.

$$U_{\text{mért}} = U_{AB}(T_1) - U_{AB}(T_2)$$

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

Leggyakrabban használt hőelemek:

ELEMPÁROK	JELE	ALKALMAZÁSI TARTOMÁNYA
RÉZ-KONSTANTÁN	T	-200 ... +400 °C
VAS-KONSTANTÁN	J	-200 ... +700 °C
KROMEL- KONSTANTÁN	E	0 ... +900 °C
KROMEL-ALUMEL	K	0 ... +1000 °C
PLATINARÓDIUM(10% Rh)-PLATINA	S	0 ... +1450 °C
PLATINARÓDIUM(13% Rh)-PLATINA	R	0 ... +1450 °C
PLATINARÓDIUM (20% Rh)-PLATINA	B	0 ... +1700 °C
NIKKEL-KRÓM-SZILICIUM– NIKKEL-SZILICIUM	N	0 ... +1100 °C

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

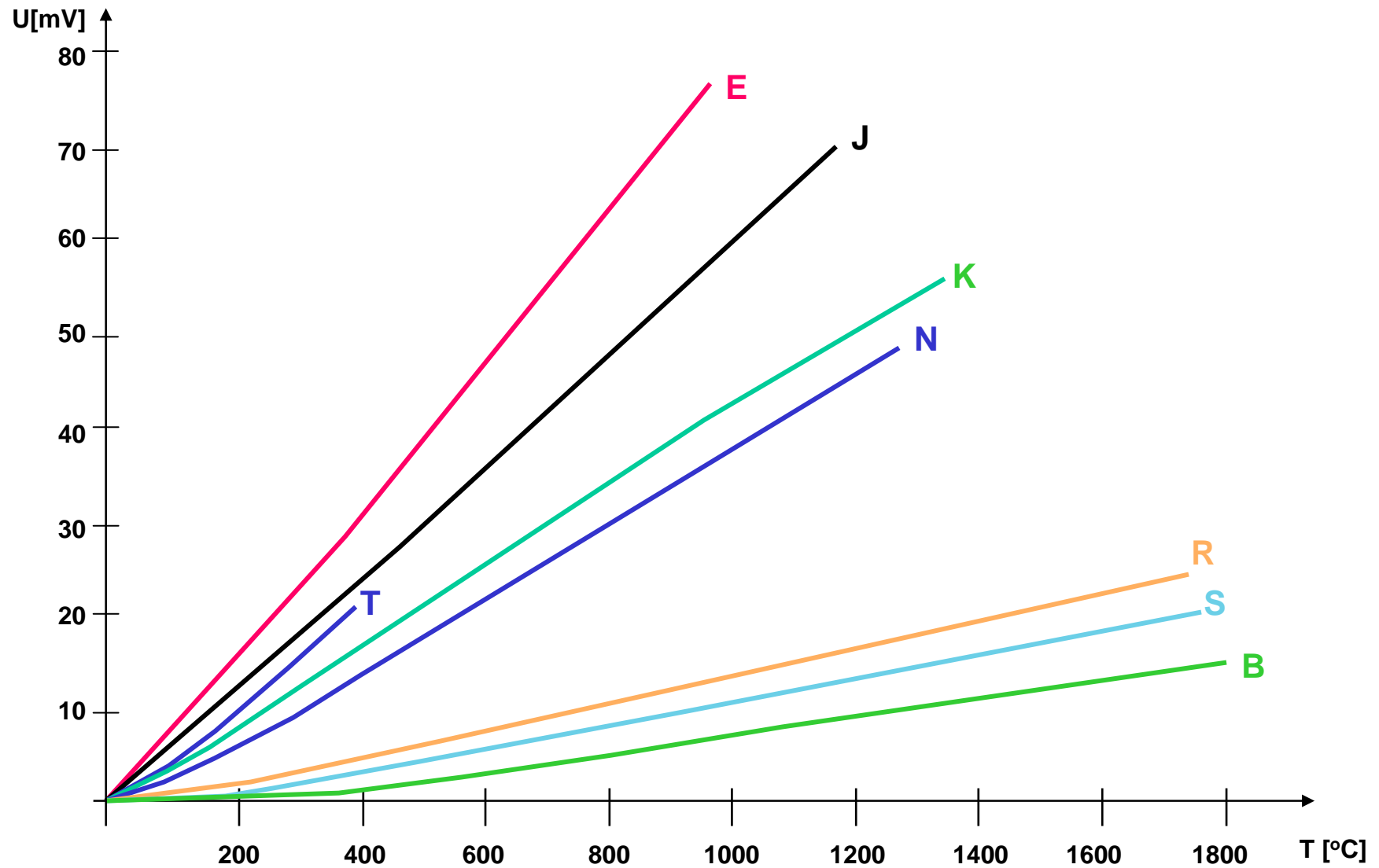
A szabványos hőelemekhez használható összefüggések (IEC 60584-1, MSZ EN 60584-1):

K	T	J	N	E	R	S	B
<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -270°C ... 0°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 3.945\ 012\ 802\ 5 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 2.362\ 237\ 359\ 8 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -3.285\ 890\ 678\ 4 \times 10^{-4}</math>  <math>a_4 = -4.990\ 482\ 877\ 7 \times 10^{-6}</math>  <math>a_5 = -6.750\ 905\ 817\ 3 \times 10^{-8}</math>  <math>a_6 = -5.741\ 032\ 742\ 8 \times 10^{-10}</math>  <math>a_7 = -3.108\ 887\ 289\ 4 \times 10^{-12}</math>  <math>a_8 = -1.045\ 160\ 936\ 5 \times 10^{-14}</math>  <math>a_9 = -1.988\ 926\ 687\ 8 \times 10^{-16}</math>  <math>a_{10} = -1.632\ 269\ 748\ 6 \times 10^{-18}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>0°C ... 1372°C</b></p> $E = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i(t_{90})^i + c_0 \exp(c_1(t_{90} - 126.9586)^2) \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>b_0 = -1.760\ 041\ 368\ 6 \times 10^1</math>  <math>b_1 = 3.892\ 120\ 497\ 5 \times 10^1</math>  <math>b_2 = 1.855\ 877\ 003\ 2 \times 10^{-2}</math>  <math>b_3 = -9.945\ 759\ 287\ 4 \times 10^{-4}</math>  <math>b_4 = 3.184\ 094\ 571\ 9 \times 10^{-7}</math>  <math>b_5 = -5.607\ 284\ 488\ 9 \times 10^{-10}</math>  <math>b_6 = 5.607\ 505\ 905\ 9 \times 10^{-13}</math>  <math>b_7 = -3.202\ 072\ 000\ 3 \times 10^{-16}</math>  <math>b_8 = 9.715\ 114\ 715\ 2 \times 10^{-20}</math>  <math>b_9 = -1.210\ 472\ 127\ 5 \times 10^{-23}</math></p> <p><math>c_0 = 1.185\ 976 \times 10^1</math>  <math>c_1 = -1.183\ 432 \times 10^{-4}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -270°C ... 0°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 3.874\ 810\ 636\ 4 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 4.419\ 443\ 434\ 7 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = 1.184\ 432\ 310\ 5 \times 10^{-4}</math>  <math>a_4 = 2.003\ 297\ 355\ 4 \times 10^{-6}</math>  <math>a_5 = 9.013\ 801\ 955\ 9 \times 10^{-8}</math>  <math>a_6 = 2.285\ 115\ 659\ 3 \times 10^{-10}</math>  <math>a_7 = 3.607\ 115\ 420\ 5 \times 10^{-12}</math>  <math>a_8 = 3.849\ 393\ 988\ 3 \times 10^{-14}</math>  <math>a_9 = 2.821\ 352\ 192\ 5 \times 10^{-16}</math>  <math>a_{10} = 1.425\ 159\ 477\ 9 \times 10^{-18}</math>  <math>a_{11} = 4.876\ 866\ 228\ 6 \times 10^{-19}</math>  <math>a_{12} = 1.079\ 553\ 927\ 0 \times 10^{-21}</math>  <math>a_{13} = 1.394\ 502\ 706\ 2 \times 10^{-24}</math>  <math>a_{14} = 7.979\ 515\ 392\ 7 \times 10^{-28}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>0°C ... 400°C</b></p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 3.874\ 810\ 636\ 4 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 3.329\ 222\ 788\ 0 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = 2.061\ 824\ 340\ 4 \times 10^{-4}</math>  <math>a_4 = -2.188\ 225\ 684\ 6 \times 10^{-6}</math>  <math>a_5 = 1.099\ 688\ 092\ 8 \times 10^{-8}</math>  <math>a_6 = -3.081\ 575\ 877\ 2 \times 10^{-11}</math>  <math>a_7 = 4.547\ 913\ 529\ 0 \times 10^{-14}</math>  <math>a_8 = -2.751\ 290\ 167\ 3 \times 10^{-17}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -210°C ... 760°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 5.038\ 118\ 781\ 5 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 3.047\ 583\ 693\ 0 \times 10^{-1}</math>  <math>a_3 = -8.568\ 116\ 572\ 0 \times 10^{-3}</math>  <math>a_4 = 1.322\ 819\ 529\ 5 \times 10^{-5}</math>  <math>a_5 = -1.705\ 295\ 833\ 7 \times 10^{-7}</math>  <math>a_6 = 2.094\ 809\ 069\ 7 \times 10^{-10}</math>  <math>a_7 = -1.253\ 839\ 533\ 6 \times 10^{-13}</math>  <math>a_8 = 1.563\ 172\ 569\ 7 \times 10^{-16}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>760°C ... 1200°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = 2.964\ 562\ 568\ 1 \times 10^2</math>  <math>a_1 = -1.497\ 612\ 778\ 6 \times 10^3</math>  <math>a_2 = 3.178\ 710\ 392\ 4</math>  <math>a_3 = -3.184\ 768\ 670\ 1 \times 10^{-3}</math>  <math>a_4 = 1.572\ 081\ 900\ 4 \times 10^{-6}</math>  <math>a_5 = -3.069\ 138\ 905\ 6 \times 10^{-10}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -270°C ... 0°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 2.615\ 910\ 596\ 2 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 1.095\ 748\ 422\ 8 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -9.384\ 111\ 155\ 4 \times 10^{-4}</math>  <math>a_4 = -4.641\ 203\ 975\ 9 \times 10^{-6}</math>  <math>a_5 = -2.630\ 335\ 771\ 6 \times 10^{-8}</math>  <math>a_6 = -2.265\ 343\ 800\ 3 \times 10^{-11}</math>  <math>a_7 = -7.608\ 930\ 079\ 1 \times 10^{-14}</math>  <math>a_8 = -9.341\ 966\ 783\ 5 \times 10^{-17}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>0°C ... 1300°C</b></p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 2.592\ 909\ 460\ 1 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 1.571\ 014\ 188\ 0 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = 4.382\ 562\ 723\ 7 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = -2.526\ 116\ 979\ 4 \times 10^{-7}</math>  <math>a_5 = 6.431\ 181\ 933\ 9 \times 10^{-10}</math>  <math>a_6 = -1.006\ 347\ 151\ 9 \times 10^{-12}</math>  <math>a_7 = 9.974\ 533\ 899\ 2 \times 10^{-16}</math>  <math>a_8 = -6.086\ 324\ 560\ 7 \times 10^{-19}</math>  <math>a_9 = 2.084\ 922\ 933\ 9 \times 10^{-22}</math>  <math>a_{10} = -3.068\ 219\ 615\ 1 \times 10^{-25}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -270°C ... 0°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 5.866\ 550\ 870\ 8 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 4.541\ 097\ 712\ 4 \times 10^{-1}</math>  <math>a_3 = -7.799\ 804\ 868\ 6 \times 10^{-3}</math>  <math>a_4 = -2.580\ 018\ 084\ 3 \times 10^{-5}</math>  <math>a_5 = -5.945\ 258\ 305\ 7 \times 10^{-7}</math>  <math>a_6 = -9.321\ 405\ 866\ 7 \times 10^{-9}</math>  <math>a_7 = -1.028\ 760\ 553\ 4 \times 10^{-10}</math>  <math>a_8 = -8.037\ 012\ 362\ 1 \times 10^{-13}</math>  <math>a_9 = -4.397\ 949\ 739\ 1 \times 10^{-15}</math>  <math>a_{10} = -1.641\ 477\ 635\ 5 \times 10^{-17}</math>  <math>a_{11} = -3.967\ 361\ 951\ 6 \times 10^{-19}</math>  <math>a_{12} = -5.582\ 732\ 872\ 1 \times 10^{-22}</math>  <math>a_{13} = -3.465\ 784\ 201\ 3 \times 10^{-25}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>0°C ... 1000°C</b></p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 5.866\ 550\ 871\ 0 \times 10^1</math>  <math>a_2 = 4.503\ 227\ 558\ 2 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = 2.890\ 840\ 721\ 2 \times 10^{-1}</math>  <math>a_4 = -3.305\ 689\ 665\ 2 \times 10^{-7}</math>  <math>a_5 = 6.502\ 440\ 327\ 0 \times 10^{-11}</math>  <math>a_6 = -1.919\ 749\ 550\ 4 \times 10^{-15}</math>  <math>a_7 = -1.253\ 660\ 049\ 7 \times 10^{-19}</math>  <math>a_8 = 2.148\ 921\ 756\ 9 \times 10^{-23}</math>  <math>a_9 = -1.438\ 804\ 178\ 2 \times 10^{-27}</math>  <math>a_{10} = 3.596\ 089\ 948\ 1 \times 10^{-31}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -50°C ... 1064,18°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 5.289\ 617\ 297\ 65</math>  <math>a_2 = 1.391\ 665\ 897\ 82 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -2.324\ 779\ 686\ 89 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = 3.569\ 160\ 010\ 63 \times 10^{-8}</math>  <math>a_5 = -4.623\ 476\ 662\ 98 \times 10^{-11}</math>  <math>a_6 = 5.007\ 774\ 410\ 34 \times 10^{-14}</math>  <math>a_7 = -3.731\ 058\ 861\ 91 \times 10^{-17}</math>  <math>a_8 = 1.577\ 164\ 823\ 67 \times 10^{-20}</math>  <math>a_9 = -2.810\ 386\ 252\ 51 \times 10^{-24}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>1064,18°C ... 1664,5°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = 2.951\ 579\ 253\ 16 \times 10^3</math>  <math>a_1 = -2.520\ 612\ 513\ 32</math>  <math>a_2 = 1.595\ 645\ 018\ 65 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -7.640\ 859\ 475\ 76 \times 10^{-6}</math>  <math>a_4 = 2.053\ 052\ 910\ 24 \times 10^{-9}</math>  <math>a_5 = -2.933\ 596\ 681\ 73 \times 10^{-13}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>1664,5°C ... 1768,1°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = 1.522\ 321\ 182\ 09 \times 10^5</math>  <math>a_1 = -2.688\ 198\ 885\ 45 \times 10^2</math>  <math>a_2 = 1.712\ 802\ 804\ 71 \times 10^{-1}</math>  <math>a_3 = -3.458\ 957\ 064\ 53 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = -9.346\ 339\ 710\ 46 \times 10^{-12}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> -50°C ... 1064,18°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = 5.403\ 133\ 086\ 31</math>  <math>a_2 = 1.259\ 342\ 897\ 40 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -2.324\ 779\ 686\ 89 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = 3.220\ 288\ 230\ 36 \times 10^{-8}</math>  <math>a_5 = -3.314\ 651\ 963\ 89 \times 10^{-11}</math>  <math>a_6 = 2.557\ 442\ 517\ 86 \times 10^{-14}</math>  <math>a_7 = -1.250\ 688\ 713\ 93 \times 10^{-17}</math>  <math>a_8 = 2.714\ 431\ 761\ 45 \times 10^{-21}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>1064,18°C ... 1664,5°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = 1.329\ 004\ 440\ 85 \times 10^3</math>  <math>a_1 = 3.345\ 093\ 113\ 44</math>  <math>a_2 = 6.548\ 051\ 928\ 18 \times 10^{-2}</math>  <math>a_3 = -1.648\ 562\ 592\ 09 \times 10^{-6}</math>  <math>a_4 = 1.299\ 896\ 051\ 74 \times 10^{-11}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>1664,5°C ... 1768,1°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = 1.466\ 282\ 326\ 36 \times 10^4</math>  <math>a_1 = -2.584\ 305\ 167\ 52 \times 10^2</math>  <math>a_2 = 1.636\ 935\ 746\ 41 \times 10^{-1}</math>  <math>a_3 = -3.304\ 390\ 469\ 87 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = -9.432\ 236\ 906\ 12 \times 10^{-12}</math></p>	<p><b>Hőmérséklettartomány</b> 0°C ... 630,615°C</p> $E = \sum_{i=1}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_1 = -2.485\ 081\ 834\ 6 \times 10^{-1}</math>  <math>a_2 = 5.904\ 042\ 117\ 1 \times 10^{-3}</math>  <math>a_3 = -1.325\ 793\ 163\ 6 \times 10^{-5}</math>  <math>a_4 = 1.586\ 829\ 190\ 1 \times 10^{-8}</math>  <math>a_5 = -1.694\ 452\ 924\ 0 \times 10^{-11}</math>  <math>a_6 = 6.299\ 034\ 709\ 4 \times 10^{-15}</math></p> <p style="text-align: center;"><b>630,615°C ... 1820°C</b></p> $E = \sum_{i=0}^n a_i(t_{90})^i \mu V$ <p style="text-align: center;">ahol</p> <p><math>a_0 = -3.893\ 816\ 862\ 1 \times 10^3</math>  <math>a_1 = 2.857\ 174\ 747\ 0 \times 10^1</math>  <math>a_2 = -8.488\ 510\ 478\ 5 \times 10^{-1}</math>  <math>a_3 = 1.578\ 528\ 016\ 4 \times 10^{-4}</math>  <math>a_4 = -1.683\ 534\ 486\ 4 \times 10^{-7}</math>  <math>a_5 = 1.110\ 979\ 401\ 3 \times 10^{-10}</math>  <math>a_6 = -4.451\ 543\ 103\ 3 \times 10^{-14}</math>  <math>a_7 = 9.897\ 564\ 082\ 1 \times 10^{-18}</math>  <math>a_8 = -9.379\ 133\ 028\ 9 \times 10^{-22}</math></p>

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

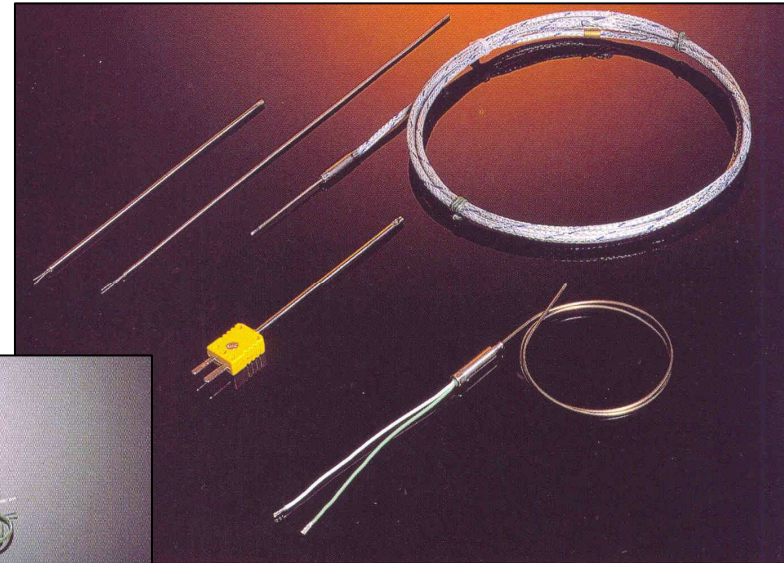
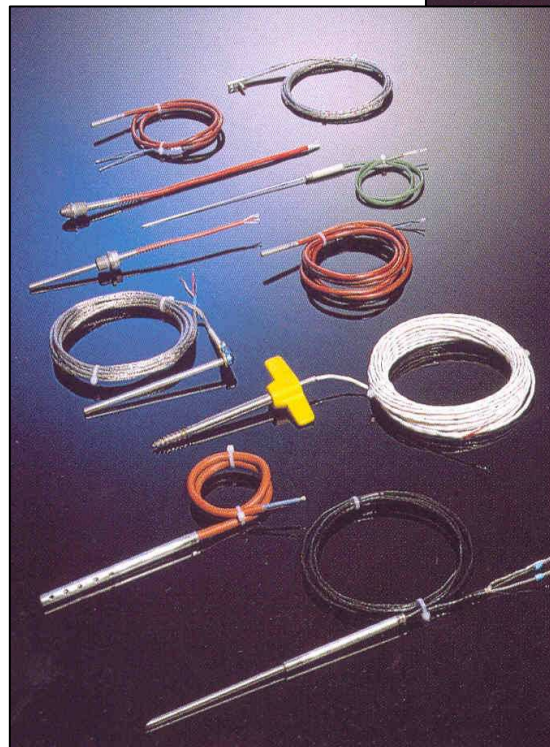
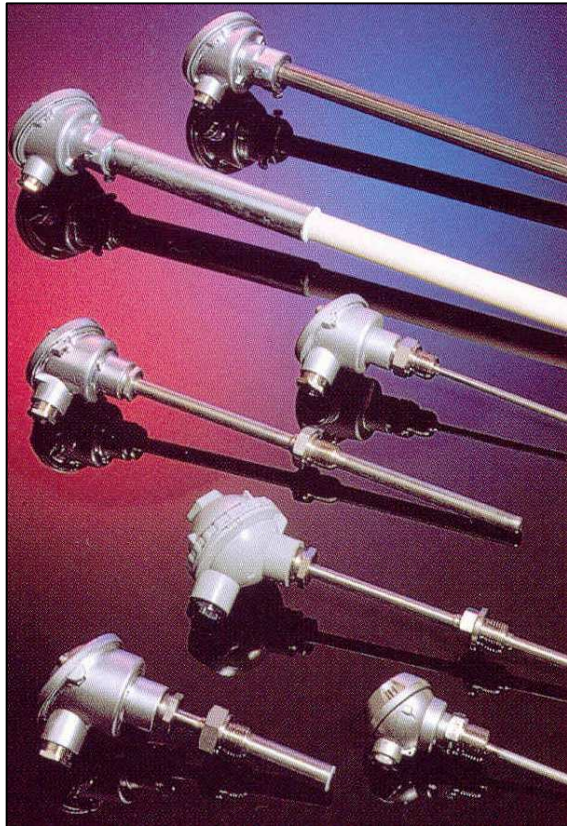
## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

A szabványos hőelemek termofeszültségei:



# TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMÉK)

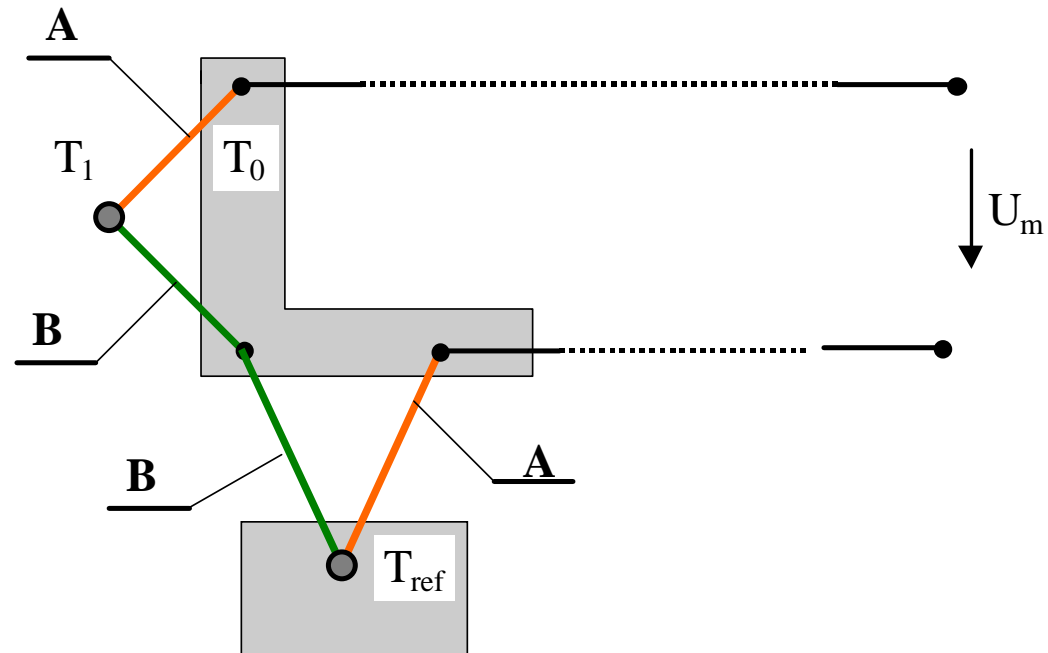
**Különböző kialakítású hőelemek:**



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

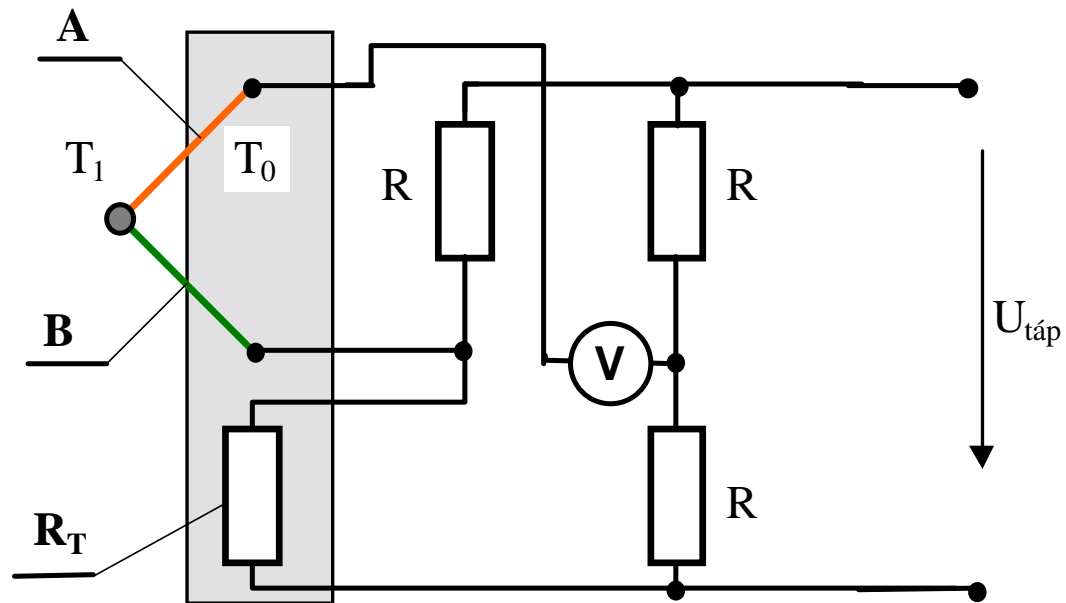
Alkalmazása: mérés referencia hőelem alkalmazásával:



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

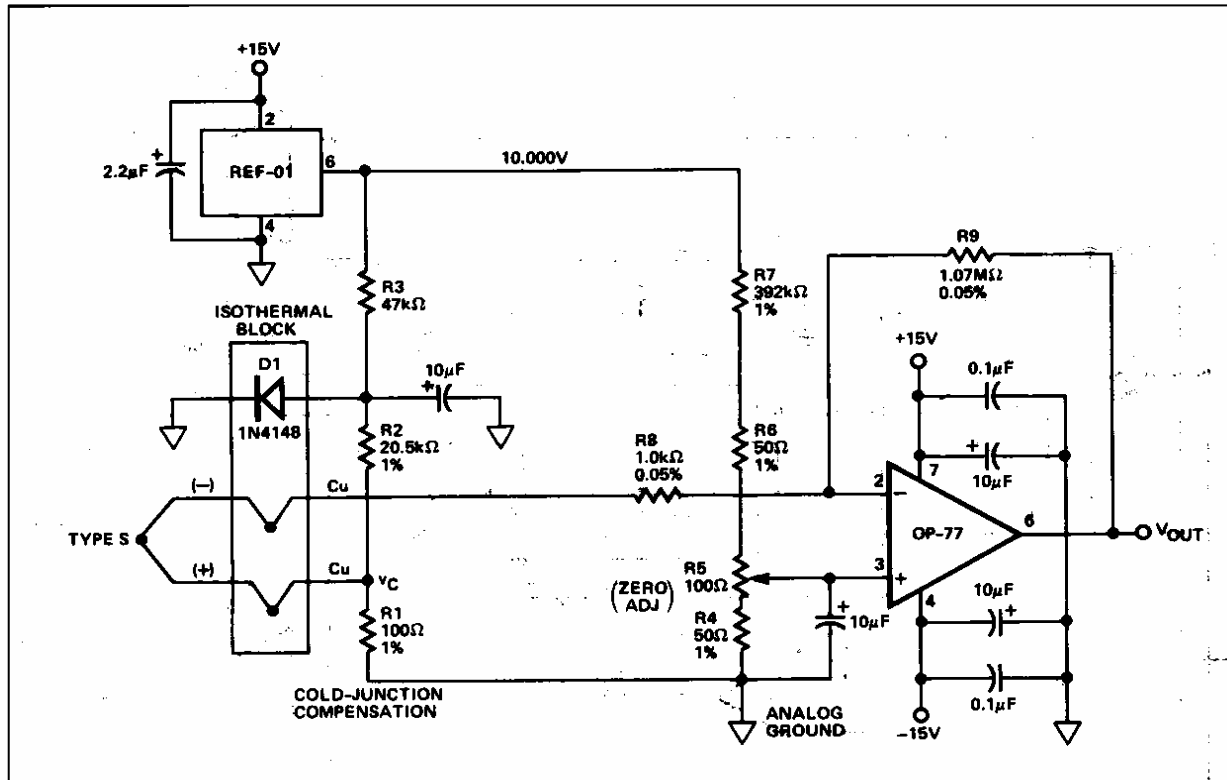
Alkalmazása: mérés hidegpont kompenzációval:



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMÉK):

Hidegpont kompenzáció áramköri megoldása (1) :



SEEBECK					
TYPE	COEFFICIENT, $\alpha$	R1	R2	R7	R9
K	$39.2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	110 $\Omega$	5.76k $\Omega$	102k $\Omega$	269k $\Omega$
J	$50.2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	100 $\Omega$	4.02k $\Omega$	80.6k $\Omega$	200k $\Omega$
S	$10.3\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	100 $\Omega$	20.5k $\Omega$	392k $\Omega$	1.07M $\Omega$



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

Hidegpont kompenzáció áramköri megoldása (2) :



## Micropower Thermocouple Cold Junction Compensator

AC1226

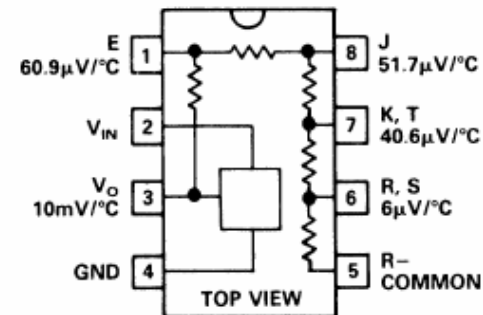
### FEATURES

- 80 $\mu$ A Supply Current
- 4V to 36V Operation
- 0.5 $^{\circ}$ C Typical Initial Accuracy
- Compatible with Standard Thermocouples  
(E, J, K, R, S, T)
- Auxiliary 10mV/ $^{\circ}$ C Output
- Bow Corrected

### APPLICATIONS

- Thermocouple Cold Junction Compensator
- Centigrade Thermometer
- Temperature Compensation Network

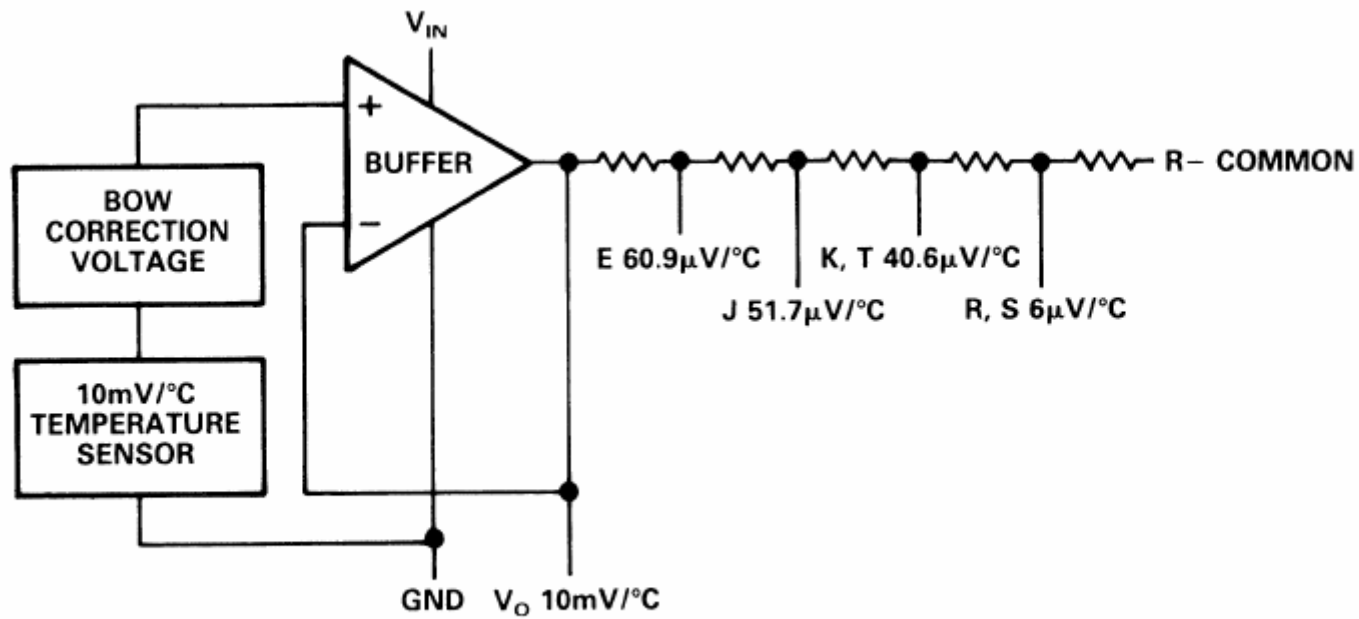
### PIN CONFIGURATION



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

Hidegpont kompenzáció áramköri megoldása (2) :



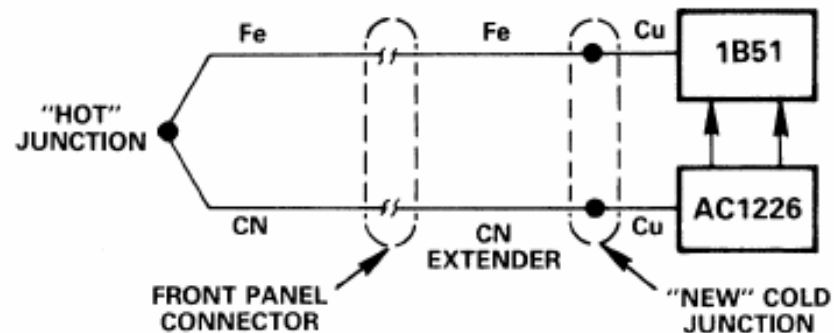
AC1226 Block Diagram

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

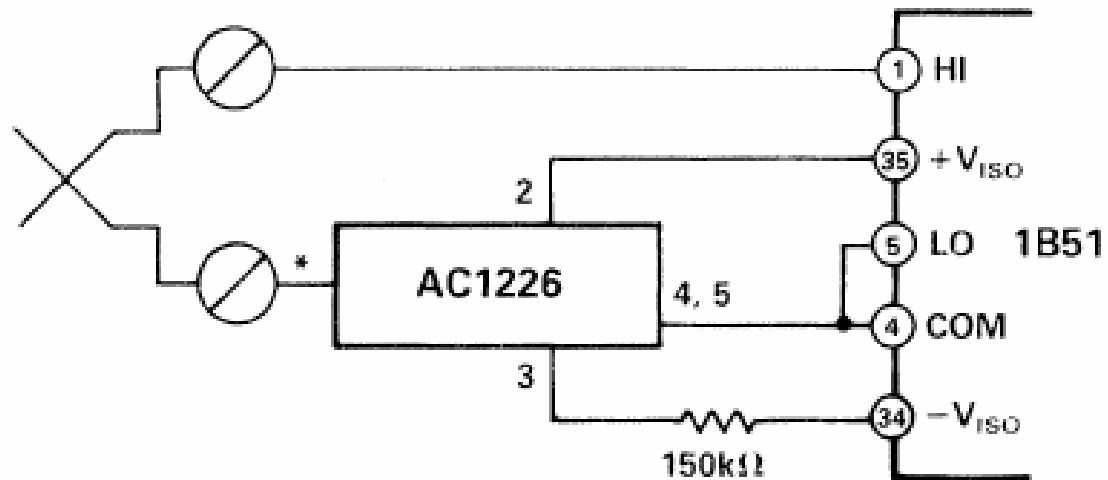
## 3. TERMOELEKTROMOS ÁTALAKÍTÓK (HŐELEMEK):

Hidegpont kompenzáció áramköri megoldása (2) :

A megvalósítandó elvi kapcsolás:



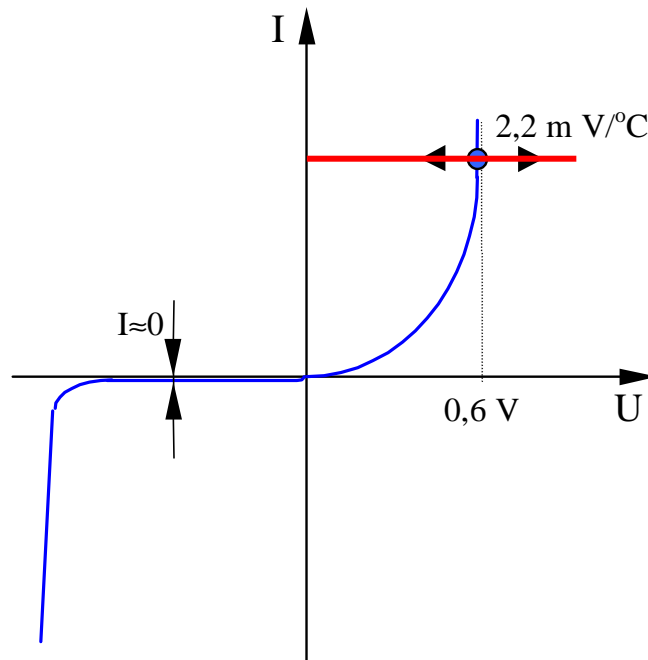
A tényleges kapcsolás:



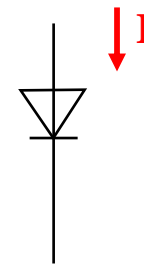
\*PIN NUMBER DEPENDS ON THERMOCOUPLE TYPE.

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 4. HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS P-N ÁTMENETTEL:

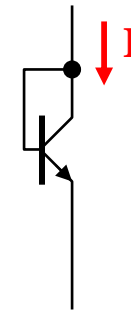


1N4148



$-2,31\text{ mV/}^\circ\text{C}$

BC109C

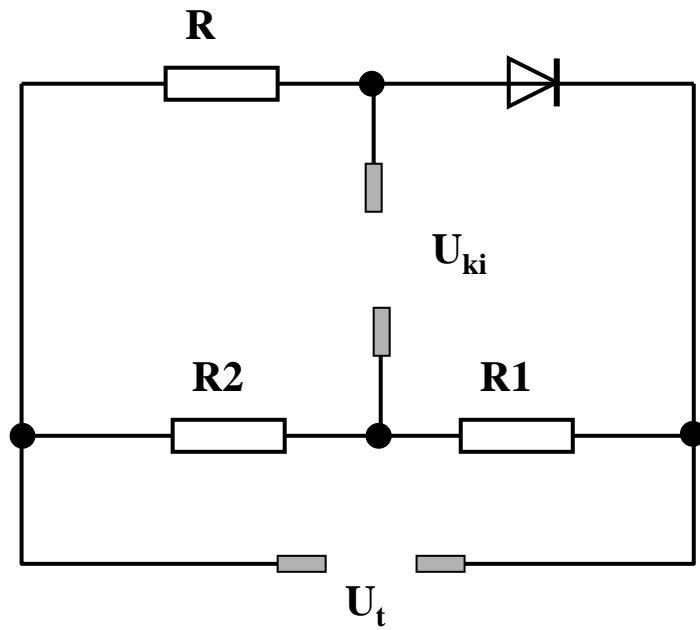


$-2,15\text{ mV/}^\circ\text{C}$

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 4. HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS P-N ÁTMENETTEL:

A MÉRÉS KAPCSOLÁSA



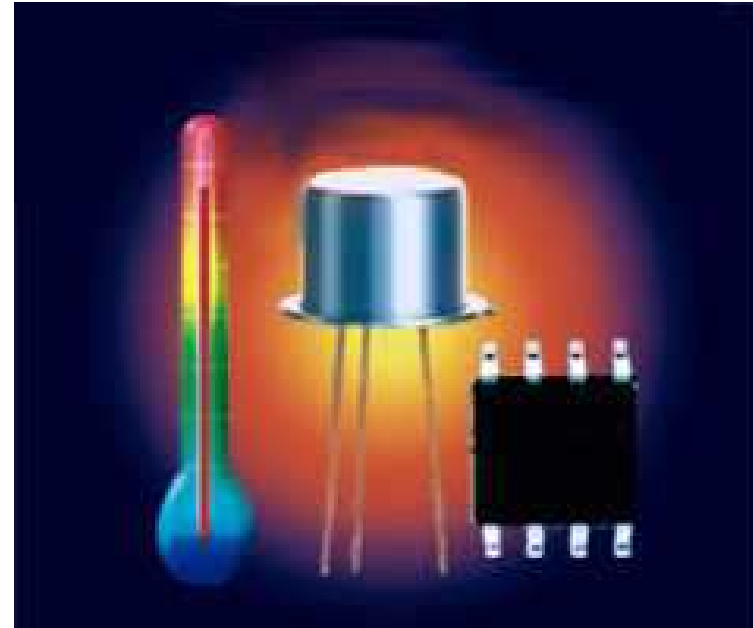
AZ ÉRZÉKELŐ



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 5. HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS INTEGRÁLT ÁRAMKÖRREL:

Hőmérséklet érzékelésre fejlesztett integrált áramkörök.



Kimenőjelük lehet:

- Áram, feszültség vagy digitális kódolású szó
- Abszolút hőmérséklet függő (K), vagy hőmérsékleti skála szerinti ( °C, F )

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 5. PÉLDÁK HŐMÉRSÉKLETMÉRŐ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKRE :

Current Output				
Generic	Output	Temperature	Packages	Comments
		Range		
<a href="#">AD590</a>	+1μA/K	-55°C to +150°C	TO-52, 2 lead FP, SO-8	Two-Terminal IC Temperature Transducer
<a href="#">AD592</a>	+1μA/°C	-25°C to +105°C	TO-92	Low Cost Precision Temperature Transducer
<a href="#">TMP17</a>	+1μA/°C	-40°C to +105°C	SO-8	Low Cost Current Output

Voltage Output				
Generic	Output	Temperature	Packages	Comments
		Range		
<a href="#">AD22100</a>	+22.5mV/°C	-50°C to +150°C	TO-92, SO-8	Ratiometric Sensor
<a href="#">AD22103</a>	+28mV/°C	0°C to +100°C	TO-92, SO-8	Ratiometric Sensor
<a href="#">TMP35</a>	+10mV/°C	+10°C to +125°C	TO-92, SOT23-5	Power-Shutdown 0.5 μA
<a href="#">TMP36</a>	+10mV/°C	-40°C to +125°C	TO-92, SOT23-5	Power-Shutdown 0.5 μA
<a href="#">TMP37</a>	+20mV/°C	+5°C to +100°C	TO-92, SOT23-5	Power-Shutdown 0.5 μA

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 5. PÉLDÁK HŐMÉRSÉKLETMÉRŐ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKRE :

Digital Output				
Generic	Output	Temperature	Packages	Comments
		Range		
<a href="#">ADT7317</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	10-Bit Quad DAC With 10-Bit Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">ADT7318</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	8-Bit Quad DAC With 10-Bit Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">AD7314</a>	SPI	-55°C to +125°C	μSOIC-8	10-Bit TDC in μSOIC
<a href="#">AD7414</a>	I <sup>2</sup> C/SMBus	-40°C to +85°C	SOT23-6, MSOP-8	Supports SMBus Alert Function
<a href="#">AD7415</a>	I <sup>2</sup> C/SMBus	-40°C to +85°C	SOT23-5	Same As AD7414 Without SMBus Alert
<a href="#">AD7416</a>	I <sup>2</sup> C	-55°C to +125°C	SO-8, MSOP-8	Improved LM75 Replacement
<a href="#">AD7417</a>	I <sup>2</sup> C	-55°C to +125°C	SO-16, TSSOP-16	4 Channel External 10-Bit ADC Input+AD7416
<a href="#">AD7418</a>	I <sup>2</sup> C	-55°C to +125°C	SO-8, MSOP-8	1 Channel External 10-Bit ADC Input+AD7416
<a href="#">AD7814</a>	SPI	-55°C to +125°C	SOT23-6, MSOP-8	SPI, 3-Wire I/F; 10-Bit Resolution
<a href="#">AD7816</a>	SPI	-55°C to +125°C	SO-8, MSOP-8	Over-Temp Alert Function, Programmable
<a href="#">AD7817</a>	SPI	-55°C to +125°C	SO-16, TSSOP-16	4 Channel External ADC Input + AD7816
<a href="#">AD7818</a>	SPI	-55°C to +125°C	SO-8, MSOP-8	1 Channel External ADC Input + AD7816



# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 5. PÉLDÁK HŐMÉRSÉKLETMÉRŐ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKRE :

Generic	Output	Temperature Range	Packages	Comments
<a href="#">TMP03</a>	PWM	-40°C to +100°C	SO-8, TSSOP-8, TO-92	Open-Collector Output
<a href="#">TMP04</a>	PWM	-40°C to +100°C	SO-8, TSSOP-8, TO-92	CMOS Compatible
<a href="#">TMP05</a>	PWM	-55°C to +150°C	SC70 - 5, SOT23 - 5	CMOS / TTL Compatible Output, daisy chain connection, oneshot mode
<a href="#">TMP06</a>	PWM	-55°C to +150°C	SC70 - 5, SOT23 - 5	Open Drain Output, daisy chain connection, oneshot mode
<a href="#">ADT7516</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	12-Bit Quad DAC, 10-Bit 4 Channel ADC, Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">ADT7517</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	10-Bit Quad DAC, 10-Bit 4 Channel ADC, Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">ADT7518</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	8-Bit Quad DAC, 10-Bit 4 Channel ADC, Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">ADT7411</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	10-Bit, 8 Channel ADC With Local And Remote Temperature Monitoring
<a href="#">ADT7301</a>	SPI	-55°C to +125°C	SOT-23	12-Bit Resolution, SPI, 3-Wire I/F
<a href="#">ADT7316</a>	SMBus / SPI	-40°C to +125°C	16 QSOP	12-Bit Quad DAC With 10-Bit Local And Remote Temperature Monitoring

# HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS

## 5. PÉLDÁK HŐMÉRSÉKLETMÉRŐ INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKRE :

Product Folder (Datasheet)	Title	Package Type	Temperature Min (deg C)	Temperature Max (deg C)	Sensor Gain
<a href="#">LM135</a>	Precision	TO-46, die, wafer	-55	150	10 mV/Deg K
<a href="#">LM135A</a>	Precision	TO-46	-55	150	10 mV/Deg K
<a href="#">LM19</a>	2.4V, 10µA, TO-	TO 92	-55	130	-11.7 mV/Deg C
<a href="#">LM20</a>	2.4V, 10µA,	microSMD, SC-	-40, -55	125, 130	-11.7 mV/Deg C
<a href="#">LM235</a>	Precision	TO-46	-40	125	10 mV/Deg K
<a href="#">LM335</a>	Precision	SOIC NARROW,	-40	100	10 mV/Deg K
<a href="#">LM335A</a>	Precision	TO-46, die	-40	100	10 mV/Deg K
<a href="#">LM34</a>	Precision Fahrenheit Temperature Sensor	SOIC NARROW, TO 92, TO-46, die, wafer	0, -40, -45.5555	100, 110, 148.8890	10 mV/Deg F
<a href="#">LM35</a>	Precision	SOIC NARROW,	0, -40, -55	100, 110, 150	10 mV/Deg C
<a href="#">LM45</a>	SOT-23	SOT-23, die,	-20	100	10 mV/Deg C
<a href="#">LM50</a>	SOT-23 Single-	SOT-23, die,	-25, -40	100, 125	10 mV/Deg C
<a href="#">LM60</a>	2.7V, SOT-23	SOT-23, TO 92,	-25, -40	125	6.25 mV/Deg C
<a href="#">LM61</a>	2.7V, SOT-23 or	SOT-23, TO 92,	-25, -30	85, 100	10 mV/Deg C