

# **Méréstechnika**

## **Hőmérséklet mérése 2**

# Irodalom

- Dr. Ujhelyi-Haszmann: Mérés és szabályozás az épületgépészetben, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1981.
- Dr. Fülöp Zoltán: Hőtechnikai alapmérések, Tankönyvkiadó, Bp. 1979.
- Hargittay Emil: A hőmérséklet mérése, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1980.
- Fischer: Industrielle Temperatur-, Meß- und Regelungstechnik - ITM '90  
Expert Verlag, Ehningen 1990

# Ellenálláshőmérők

A fémek villamos ellenállása a hőmérséklettel változik, a használatos fémeké nő.

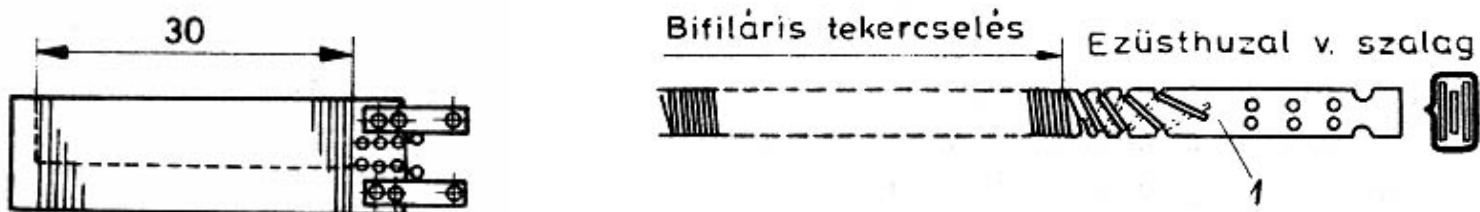
Az alkalmazott fémekkel szemben támasztott követelmények:

- A hőmérséklettényező minél nagyobb legyen

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \cdot R_0}$$

- Az ellenállás a hőmérséklet folytonos és egyértelmű függvénye legyen (átkristályosodás, olvadás, öregedés stb.)
- Az alkalmazott huzalnak a mérendő közeggel nem szabad kölcsönhatásba lépnie, nem oxidálódhat.

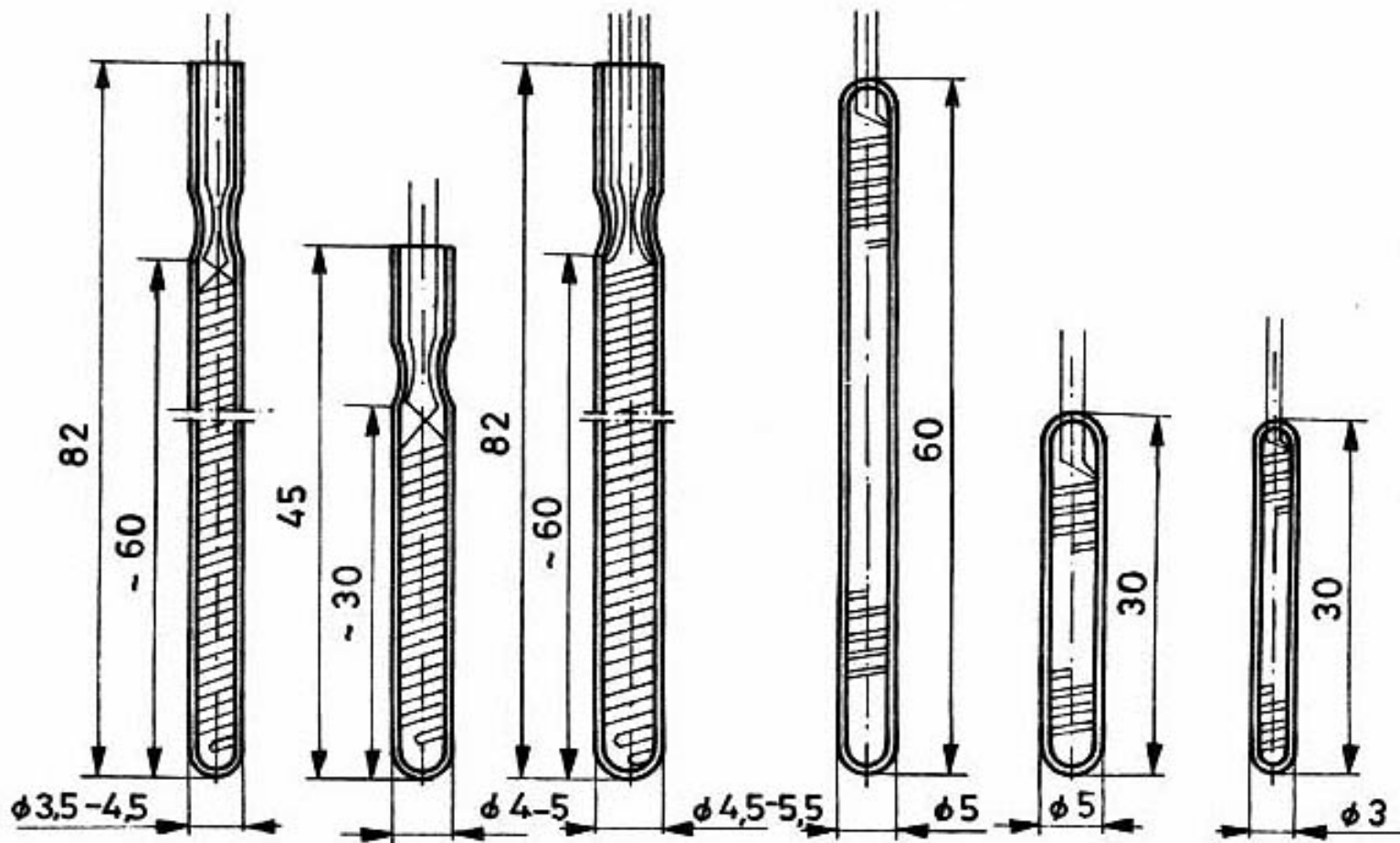
# Ellenálláshőmérők kialakítása



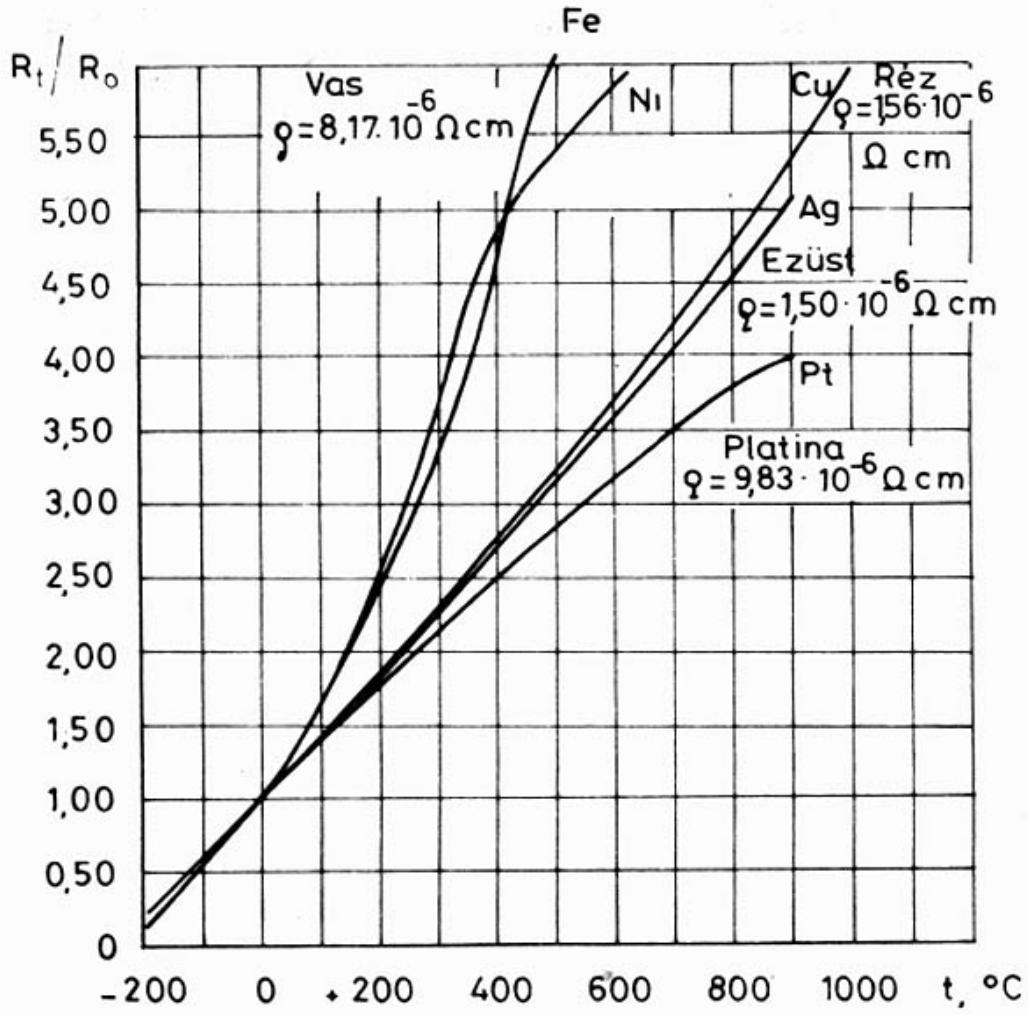
Platina ellenálláshőmérő csillámlemezen  
1 csillámlemez

Huzal 0,005-03 mm átmérőjű. Csévetest csillámlemez, üveg.  
Huzal tekercselése olyan, hogy mechanikai feszültségek ne keletkezzenek, mert az ellenállást befolyásolná.  
Éles sarkok, hajlítások kerülendők. Bifiláris tekercselés az önindukciós és mágneses hatások kiküszöbölésére.  
Ízzitással feszültségmentesítik, felmelegítéssel öregbítik.

# Ellenálláshőmérők kialakítása



# Alkalmazott fémek



Platina -200 - +630  $^{\circ}\text{C}$   
 Nikkel -60 - +180  $^{\circ}\text{C}$   
 Réz -50 - +200  $^{\circ}\text{C}$








Platina:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2)$$

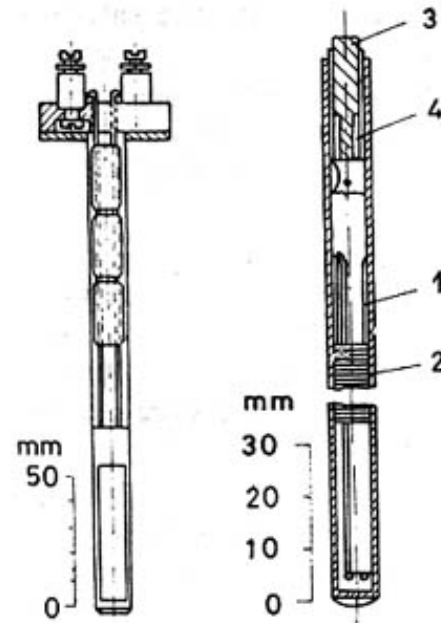
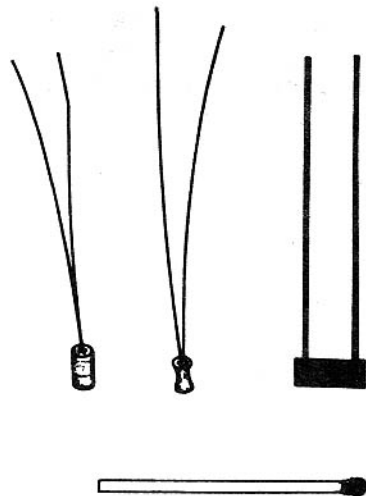
$$A = 3,98 \cdot 10^{-3}$$

$$B = -5,8 \cdot 10^{-7}$$

## Rosemount gyártmányú felületre erősíthető ellenálláshőmérő érzékelők

Ábra	Típus- szám	Hőmérséklet- tartomány, °C	Méret, mm	Alapellenállás 0 °C-on, $\Omega$	Felerősítés módja	Felülettel érintkező anyag
	118G	-260...+1000	6 × 6 × 0,75	100	hegesztő, cementevezhető	platina
	118MA	-260...+260	8 × 8 × 2,7	100...500 $\Omega$ között 100 $\Omega$ -os lépcsőkben választható	cementevezhető	epoxi gyanta
	118MB	0...1400	4,4 × 4,4 × 2	10	cementevezhető	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	118MD	-200...+200	Ø25 × 2,5	100...500 $\Omega$ között 100 $\Omega$ -os lépcsőkben választható	cementevezhető, csavarozható	rozsdá- mentes acél
	118ME	-200...+200	13 × 19 × 2,5	100...1000 $\Omega$ között 100 $\Omega$ -os lépcsőkben választható	cementevezhető	rozsdá- mentes acél
	118MF	-260...+400	3 × 10 × 1,3	100...2000 $\Omega$ között 100 $\Omega$ -os lépcsőkben választható	cementevezhető	kerámia
	146MA	-260...+400	Ø1,4 × 14	100...2000 $\Omega$ között 50 $\Omega$ -os lépcsőkben választható	cementevezhető	kerámia

# Ellenálláshőmérők kialakítása



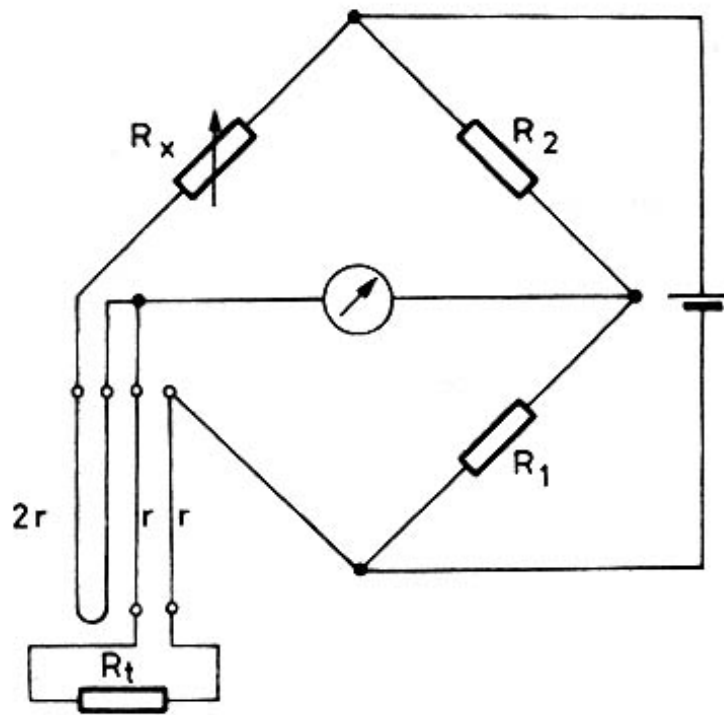
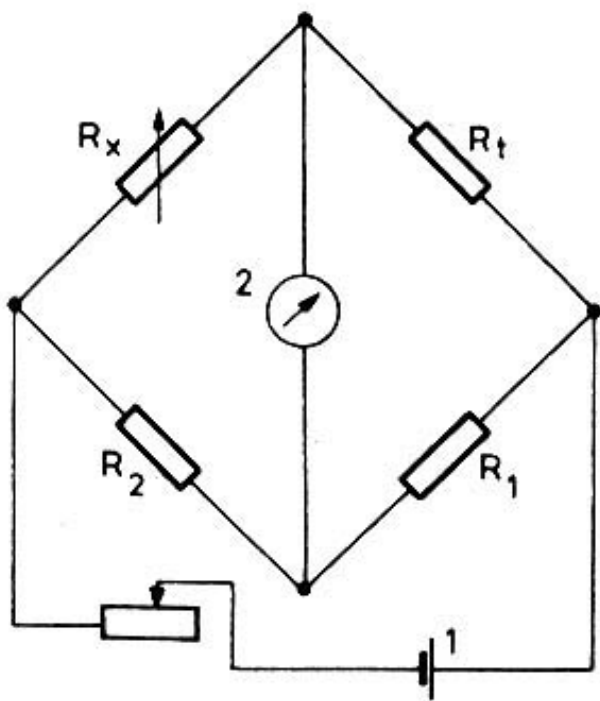
52. ábra  
Ipari ellenállás-hőmérő betétjének beépítése

53. ábra  
Ipari ellenállás-hőmérő betétjének beépítése

1 hosszában felmetszett fémhüvely; 2 érzékelő; 3 kettős furatú kerámia; 4 védőcső

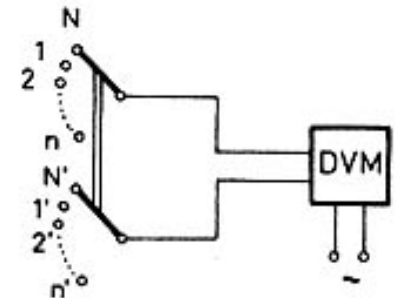
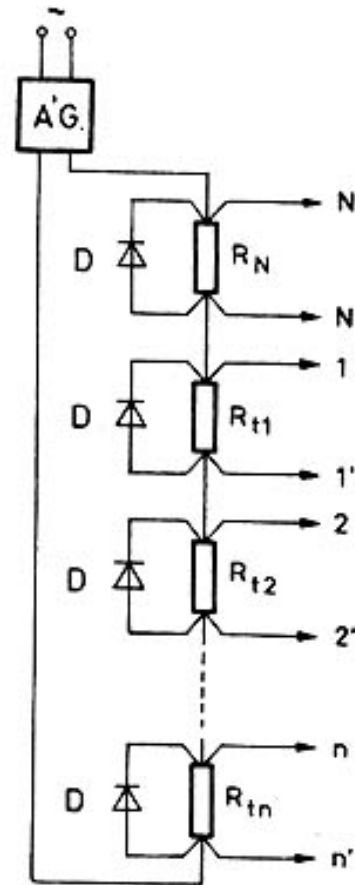
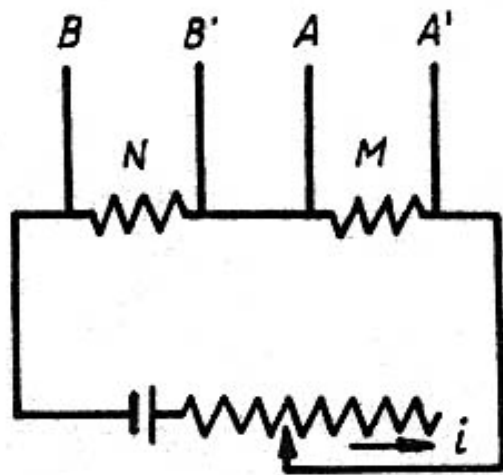


# Ellenállás mérése Wheatstone-híddal



Négyvezetékes mérés

# Ellenállás mérése potenciálméréssel



Ellenállásmérés digitális voltmérő segítségével

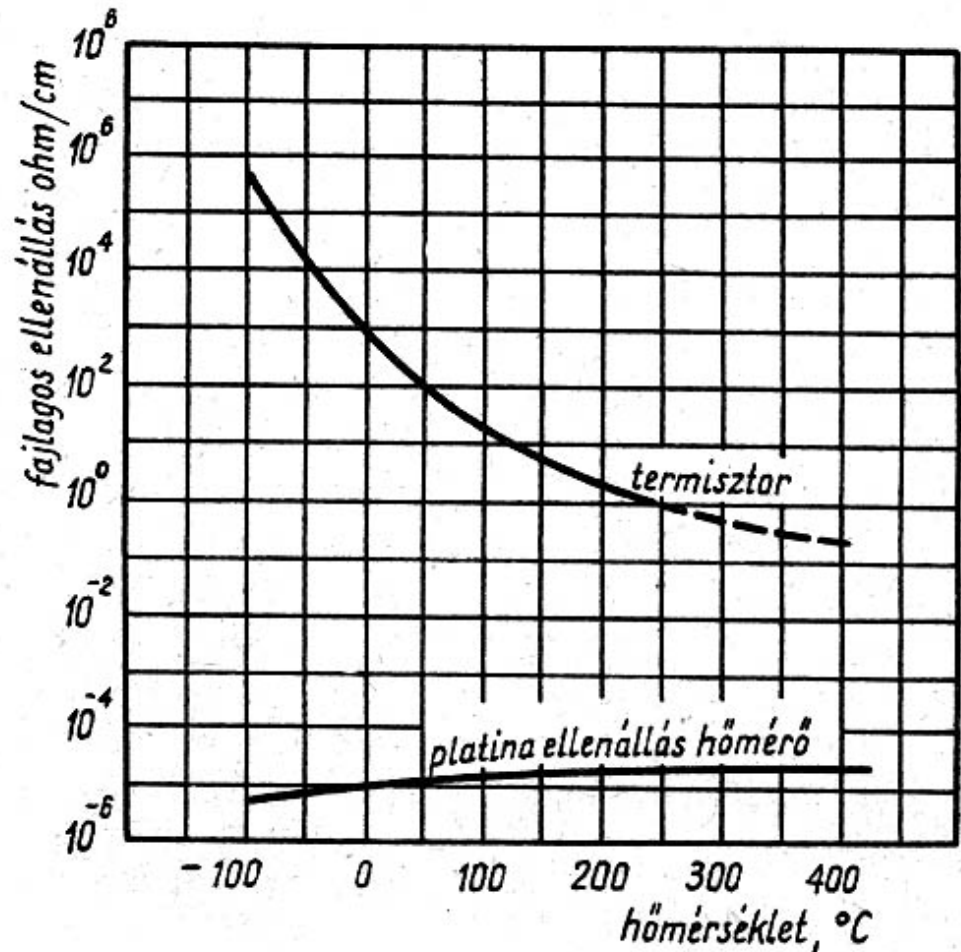
$R_t$  ellenálláshőmérő;  $R_N$  normállenállás; AG áramgenerátor; D dióda; DVM digitális voltmérő; AK mérőhelyátkapcsoló

# Termisztorok

**NTC** Negative Temperature Coefficient

**PTC** Positive Temperature Coefficient

**Anyaguk:**  
többnyire fémoxidok keveréke

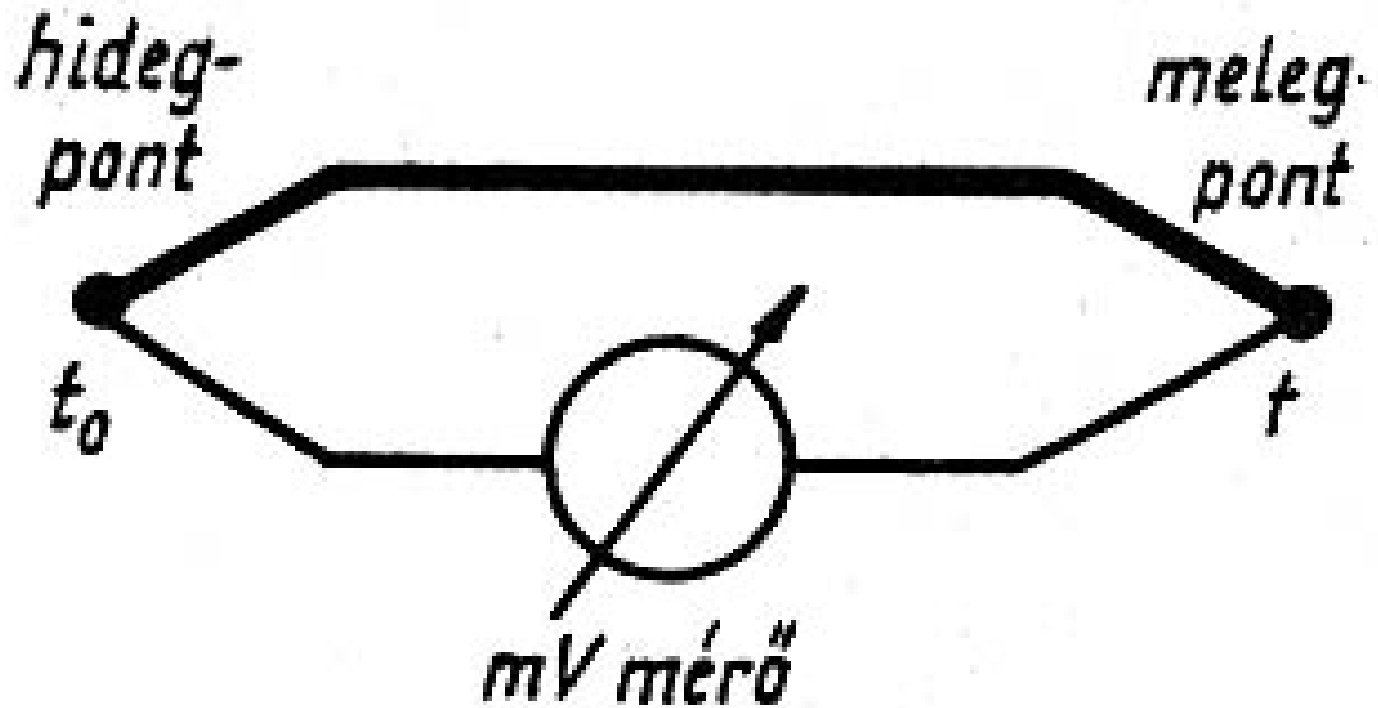


# Integrált áramkörök

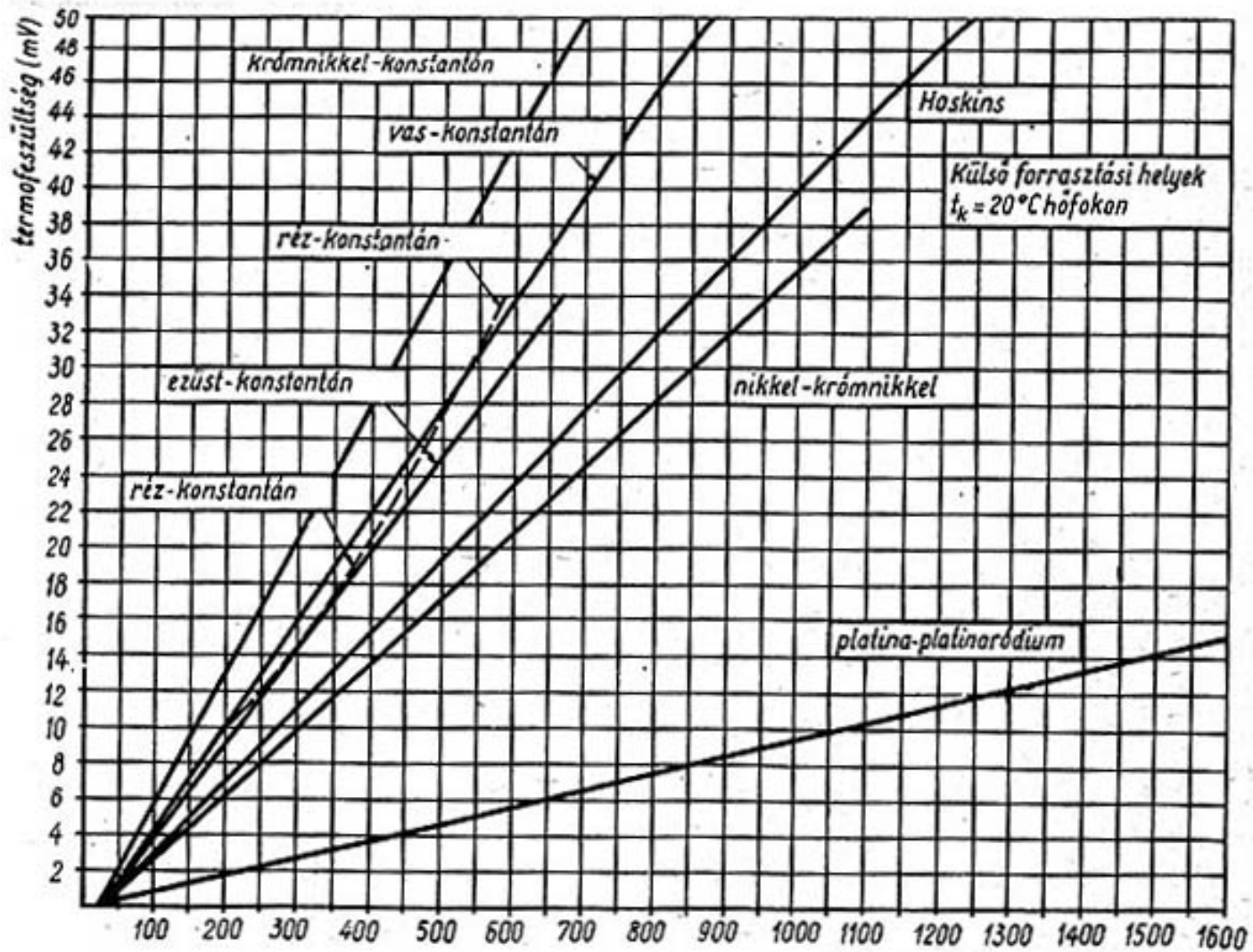
Az integrált áramkörben levő félvezetők hőmérséklet-érzékenységét használják fel.

Pl. áramgenerátorként viselkedő IC, amelynek árama annyi  $\mu\text{A}$ , amennyi az abszolút hőmérséklet.

# Termoelemek



# Termoelemek termofeszültsége



# Anyagok termofeszültsége

Az anyagok termofeszültsége, mV, platinához viszonyítva  
100 °C hőmérséklet-különbség mellett

Anyag	mV
Bizmut (a tengellyel párhuzamosan)	-7,7
Bizmut (a tengelyre merőlegesen)	-5,2
Konstantán	-3,47...-3,04
Kobalt	-1,99...-1,52
Nikkel	-1,94...-1,20
Kálium	-0,94
Palládium	-0,28
Nátrium	-0,21
Platina	0
Higany	-0,07...+0,04
Grafit	+0,22
Szén	+0,25...+0,30
Tantál	+0,34...+0,51
Ón	+0,40...+0,44
Ólom	+0,41...+0,46
Magnézium	+0,40...+0,43
Alumínium	+0,37...+0,41
Volfrám	+0,65...+0,90
Ródiium	+0,65
Ezüst	+0,67...+0,79
Réz	+0,72...+0,77
V2A acél	+0,77
Horgany	+0,60...+0,69
Manganin	+0,57...+0,82
Iridium	+0,65...+0,68
Arany	+0,56...+0,80
Kadmium	+0,85...+0,92
Molibdén	+1,16...+1,31
Vas	+1,87...+1,89
Nikkelkróm	+2,20
Antimon	+4,70...+4,86
Szilícium	+44,8
Tellur, tellur-szulfid	kb. 50

# Anyagpárosítások

Thermo- element- paarungen	Thermospennungen in mV bei Temperaturmessungen von						
	0 °C	100 °C	200 °C	300 °C	500 °C	1000 °C	1500 °C
Fe-CuNi	0	5,37	10,95	16,56	27,85	-	-
Ni-NiCr	0	4,095	8,137	12,207	20,640	41,269	-
Pt-Pt10Rh	0	0,645	1,440	2,323	4,234	9,585	14,368

Vas-Konstantán (J) kb. 5,4 mV/100K

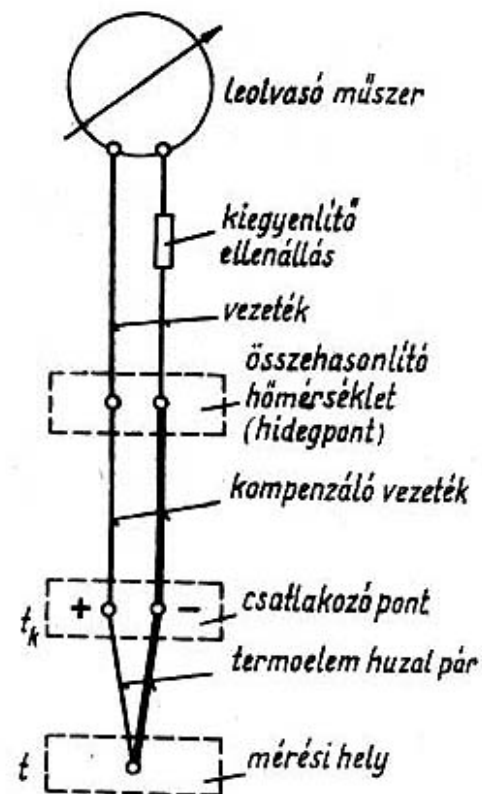
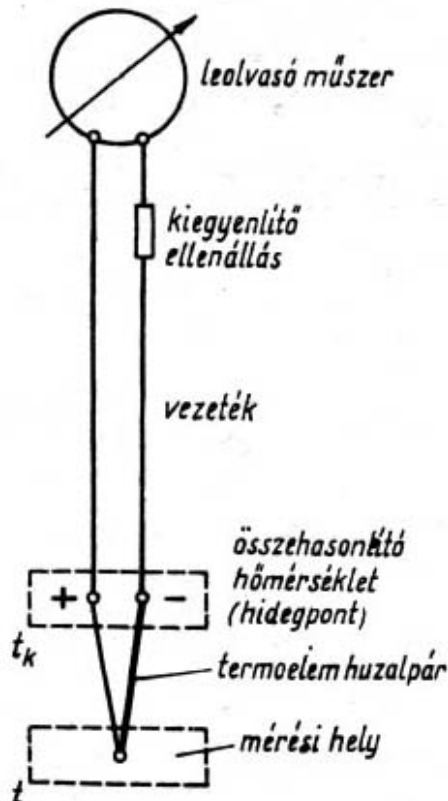
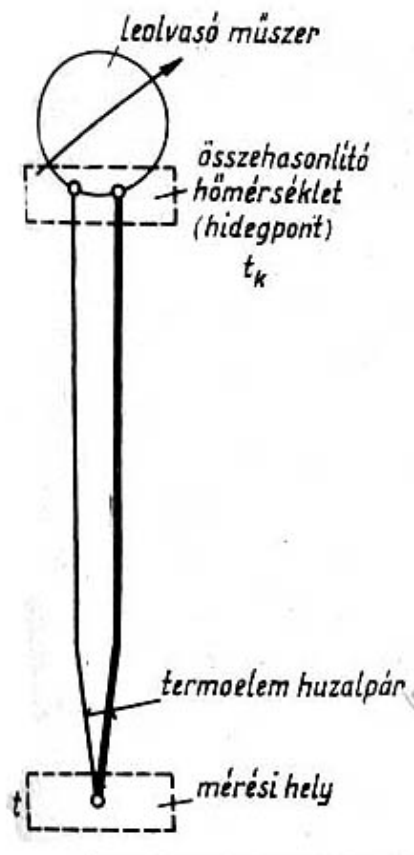
Réz-Konstantán (J) kb. 4,3 mV/100K

Cromel-Alumel (K) kb. 4,1 mV/100K

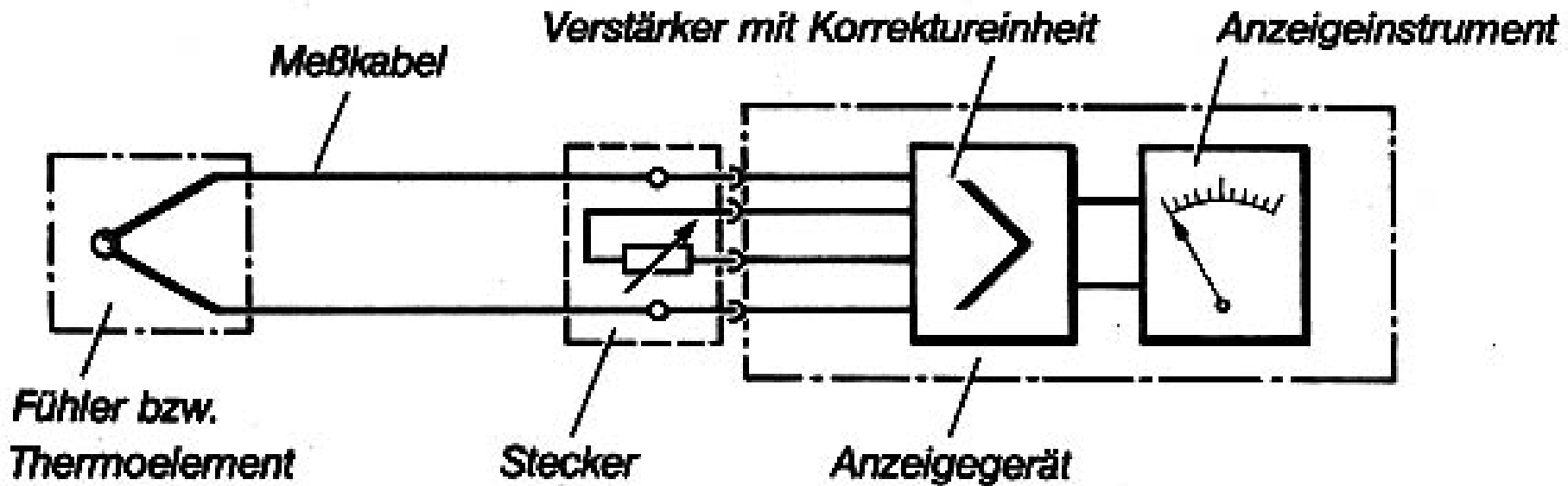
Pt13Rh-Pt (R)



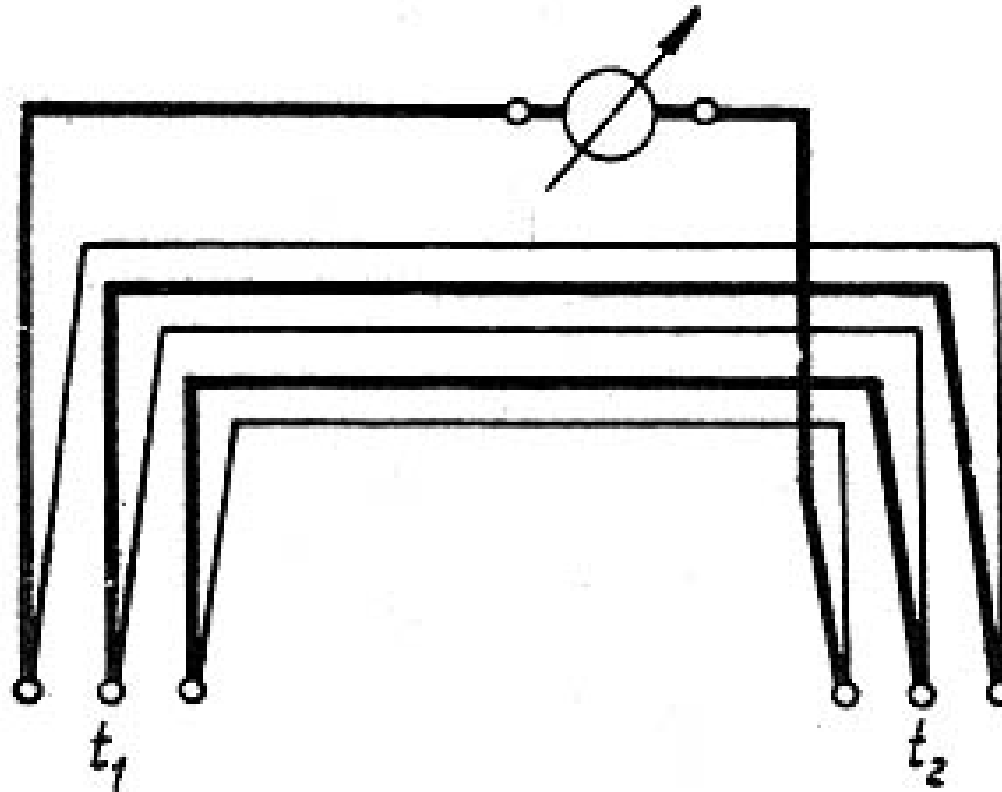
# Mérőkör kialakítása



# Mérőkör kialakítása



# Mérőkör kialakítása



Termoelem lánc a mérőfeszültség többszörözésére

# Hőmérsékletmérés sugárzást mérő pirométerrel

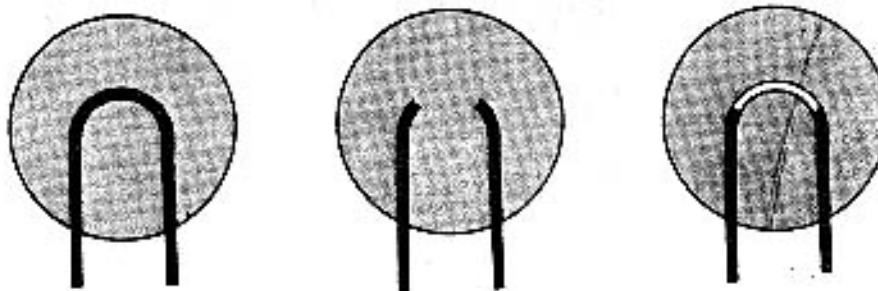
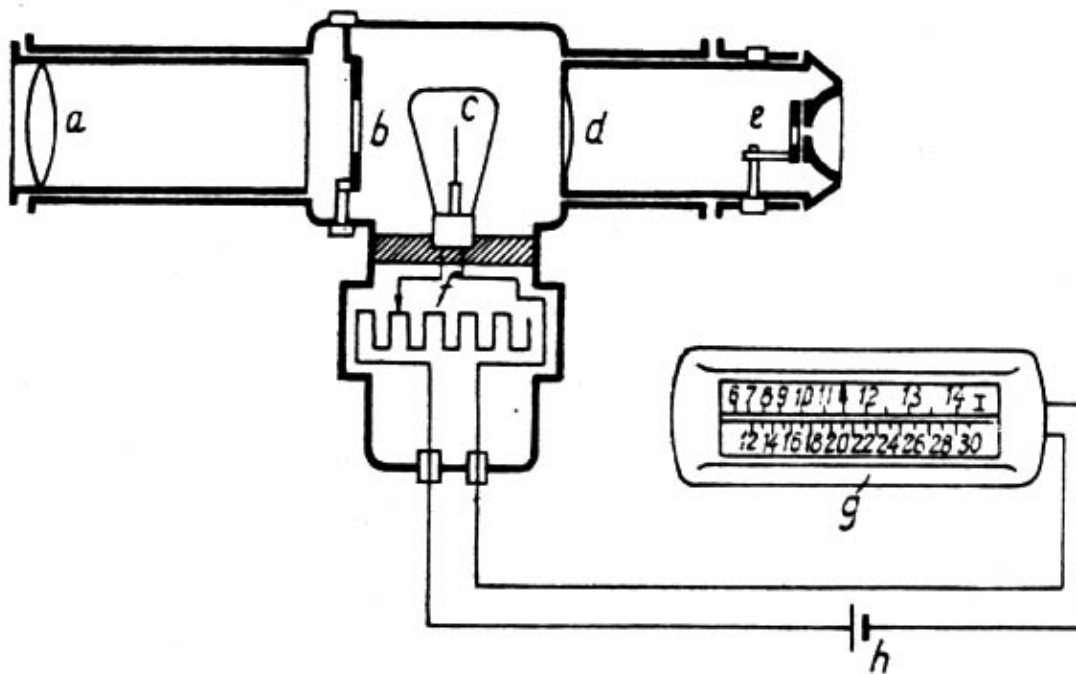
## **Összsugárzásmérés:**

A Stefan-Boltzmann-törvény értelmében a sugárzással kibocsátott energia a test abszolút hőmérsékletének negyedik hatványával arányos. A műszerre vetődő teljes energiát mérik

## **Részsugárzásmérés:**

A Wien-törvényből következik, hogy a sugárzás maximumának hullámhossza a hőmérséklet függvénye.

# Ízzószálas pirométer

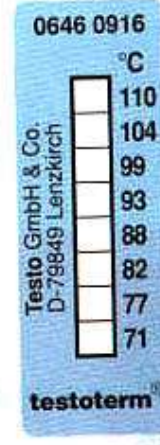
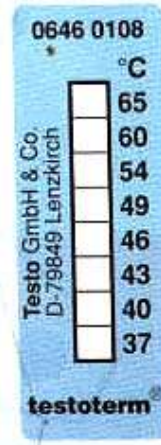


Az izzószálas pirométer beállítása

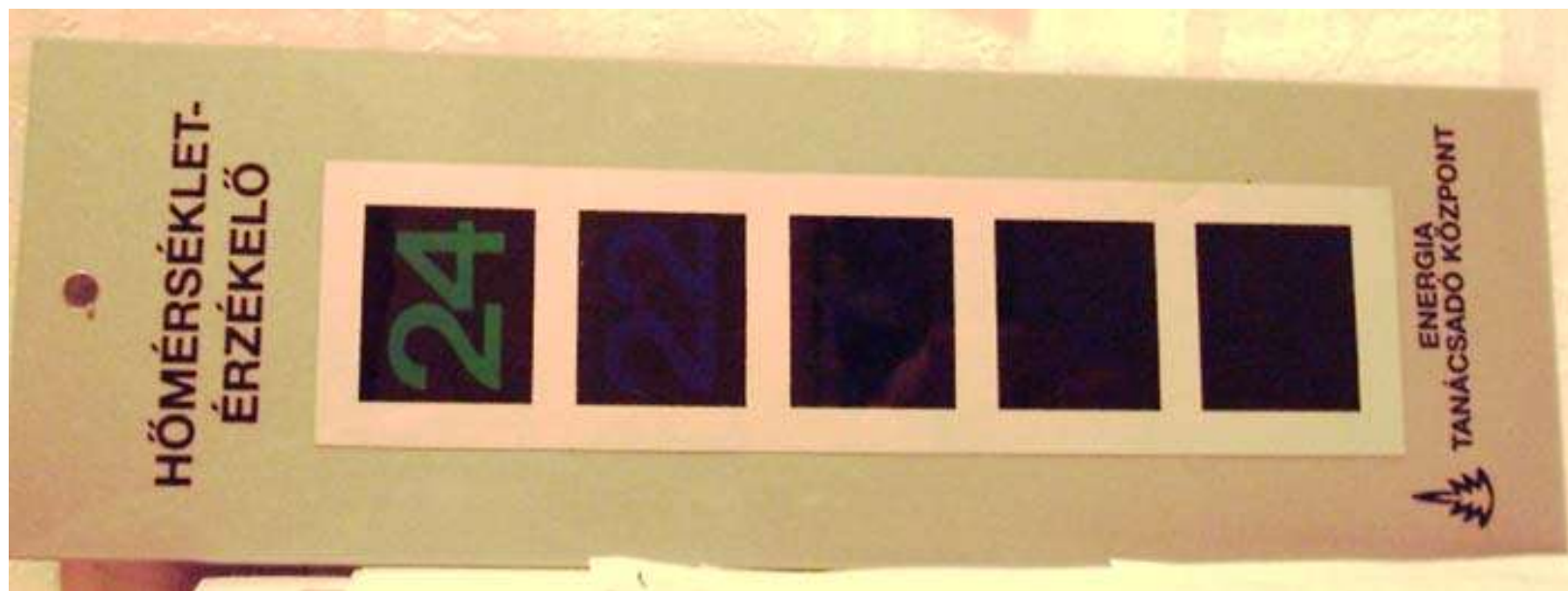
# Hőmérsékletmérés színváltó festékekkel



Thermo rubans



# Hőmérsékletmérés színváltó festékekkel



## Hőmérsékletmérés Seger-gúlákkal

Különleges szilikát-keverékből készült, különböző lágyuláspontú, 2,5-6 cm magas, háromoldalú gúlákat. A mérés az alakváltozás megfigyelésén alapul.

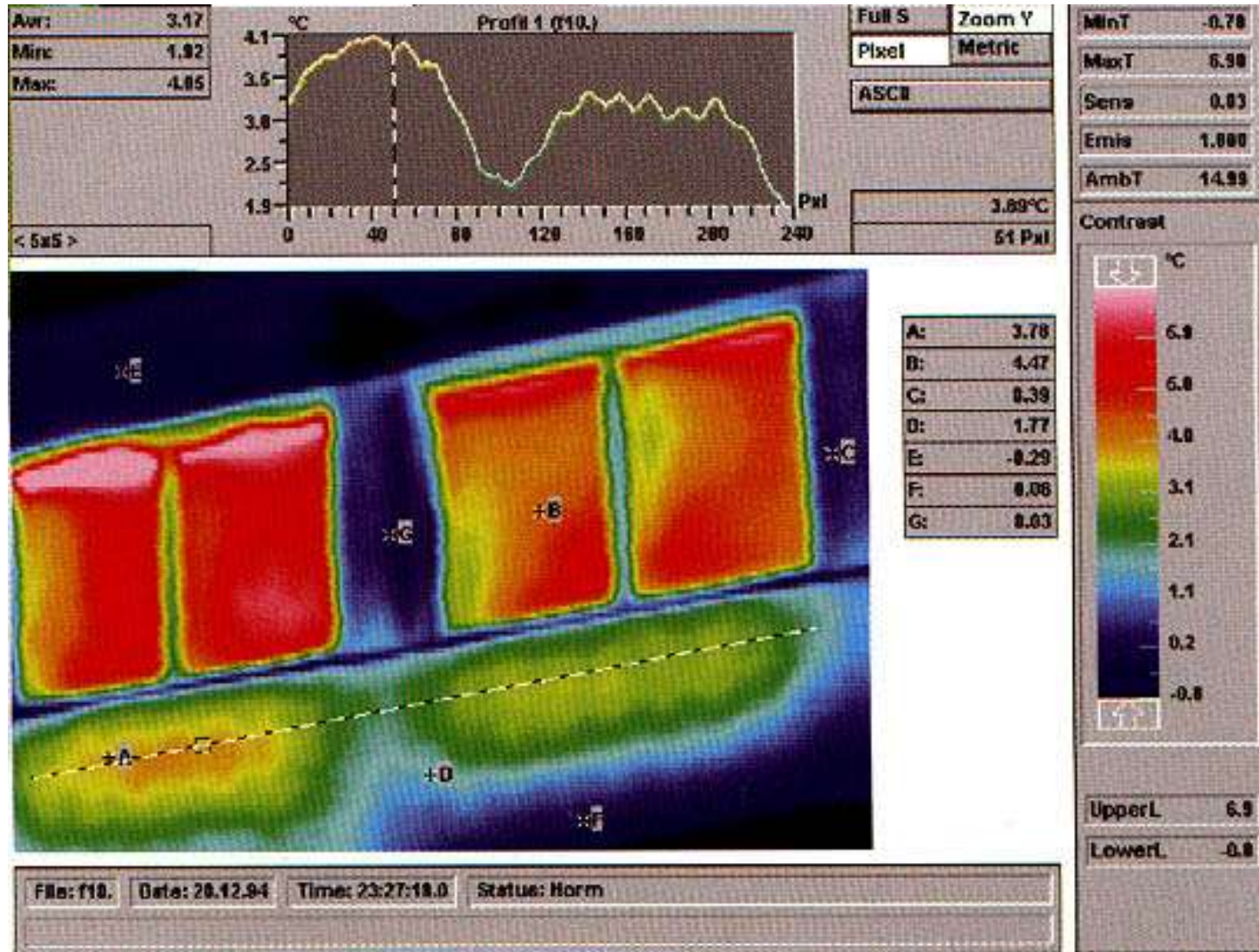
25-30 °C-os lépcsőben készülnek, általában 3 egymást követőt használnak a méréshez.

# Termográfia

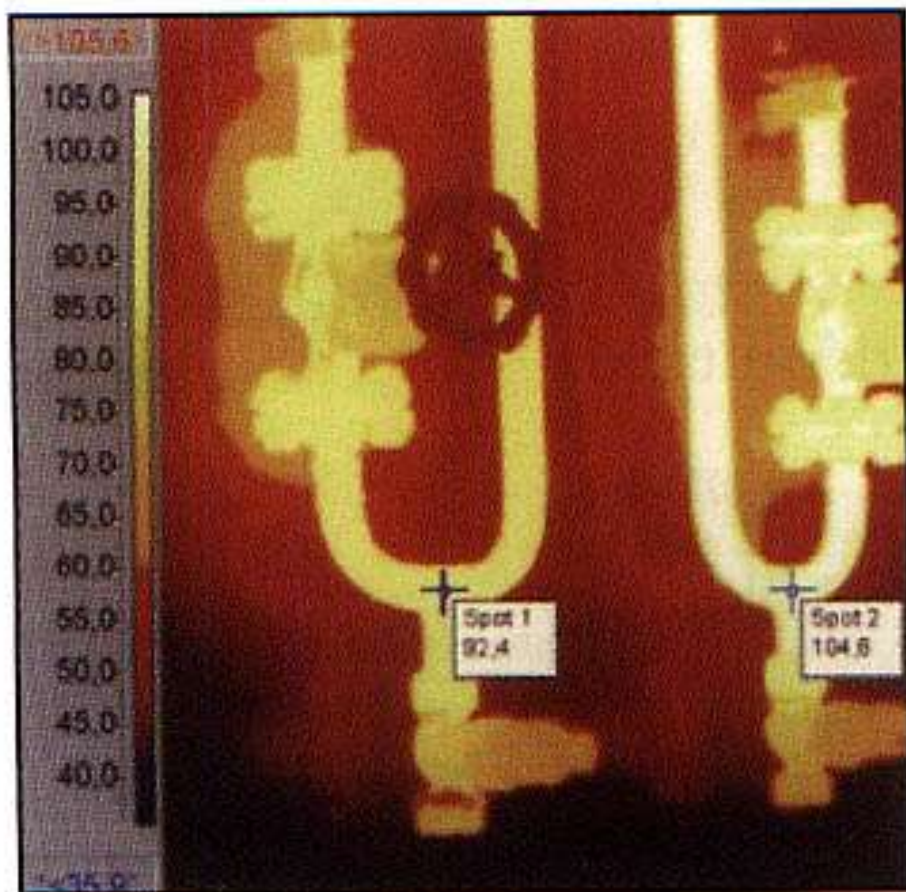




# Termográfia



# Termográfia



# Hőmérő beállási ideje

$$dQ = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t) \cdot d\tau$$

$$dQ = m \cdot c \cdot dt$$

$$\alpha \cdot F \cdot (t_1 - t) \cdot d\tau = m \cdot c \cdot dt$$

$$\frac{1}{k} = \frac{\alpha \cdot F}{m \cdot c} \quad k: \text{hőmérő időállandója}$$

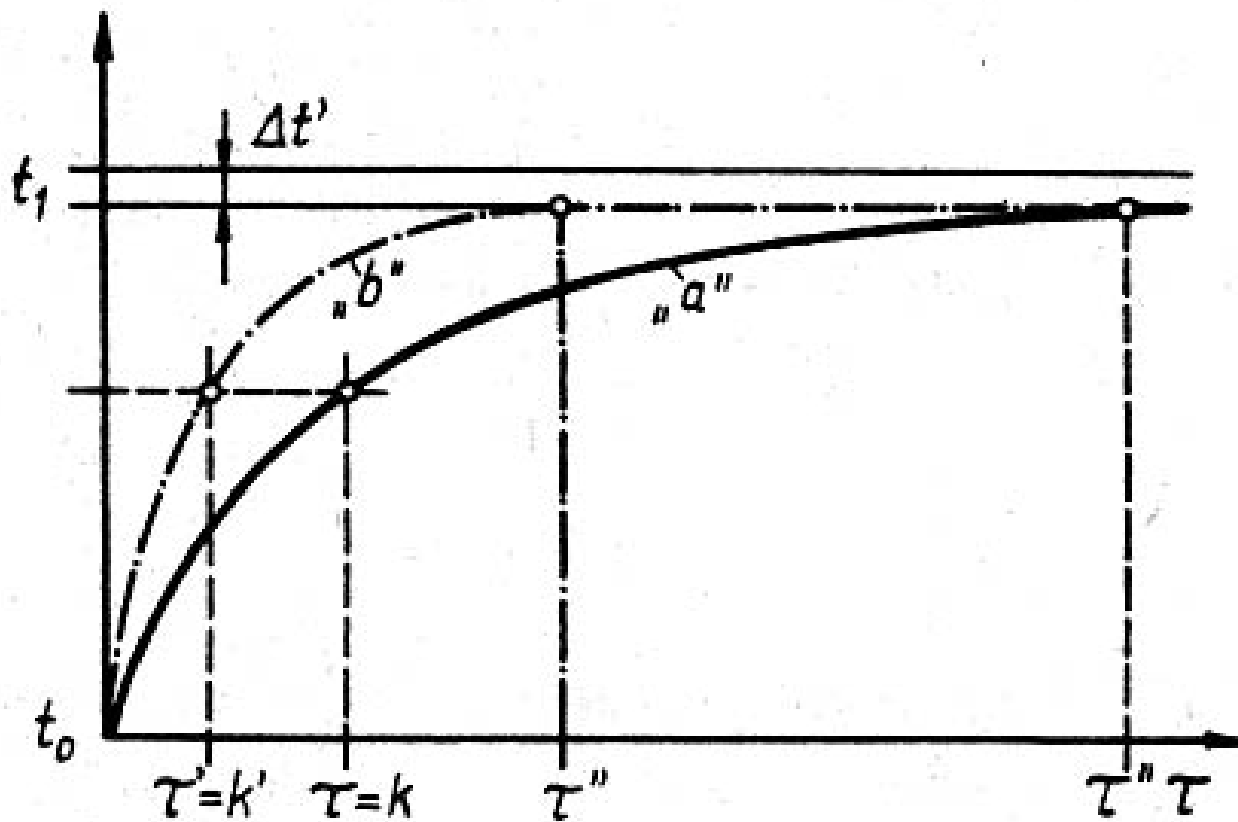
$$\frac{dt}{(t_1 - t)} = \frac{1}{k} \cdot d\tau$$

$$t_1 - t = C \cdot e^{-\frac{\tau}{k}}$$

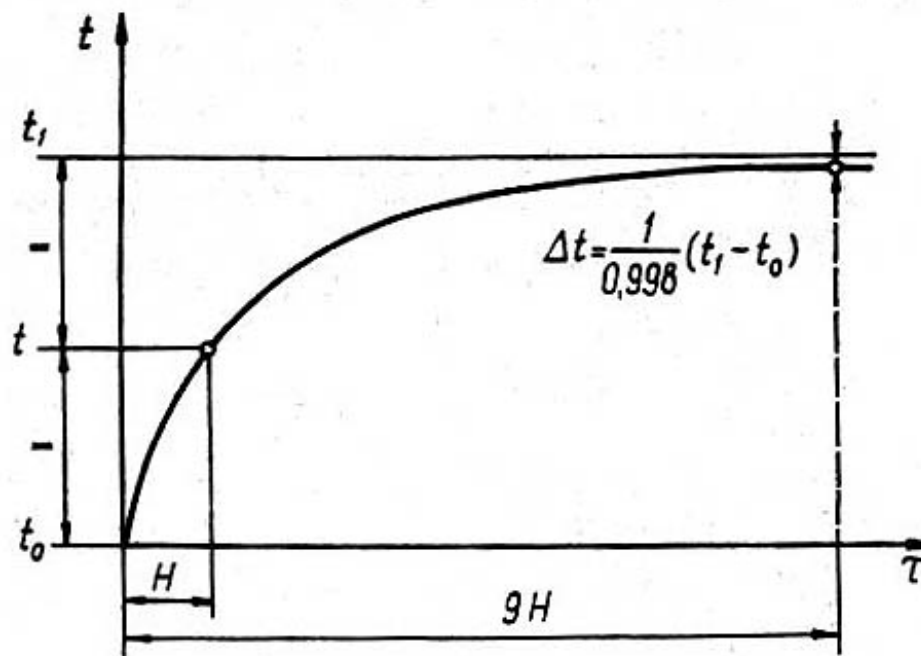
Ha  $\tau=0$  akkor  $t=t_0$ , és a  $\tau=k$  feltételekből  $\frac{t_1 - t}{(t_1 - t_0)} = 0,3686$  következik:

A hőmérő időállandója az az idő, amely a kezdeti hőfokkülönbség 63,1 %-ának eléréséhez szükséges

# Hőmérő beállási ideje

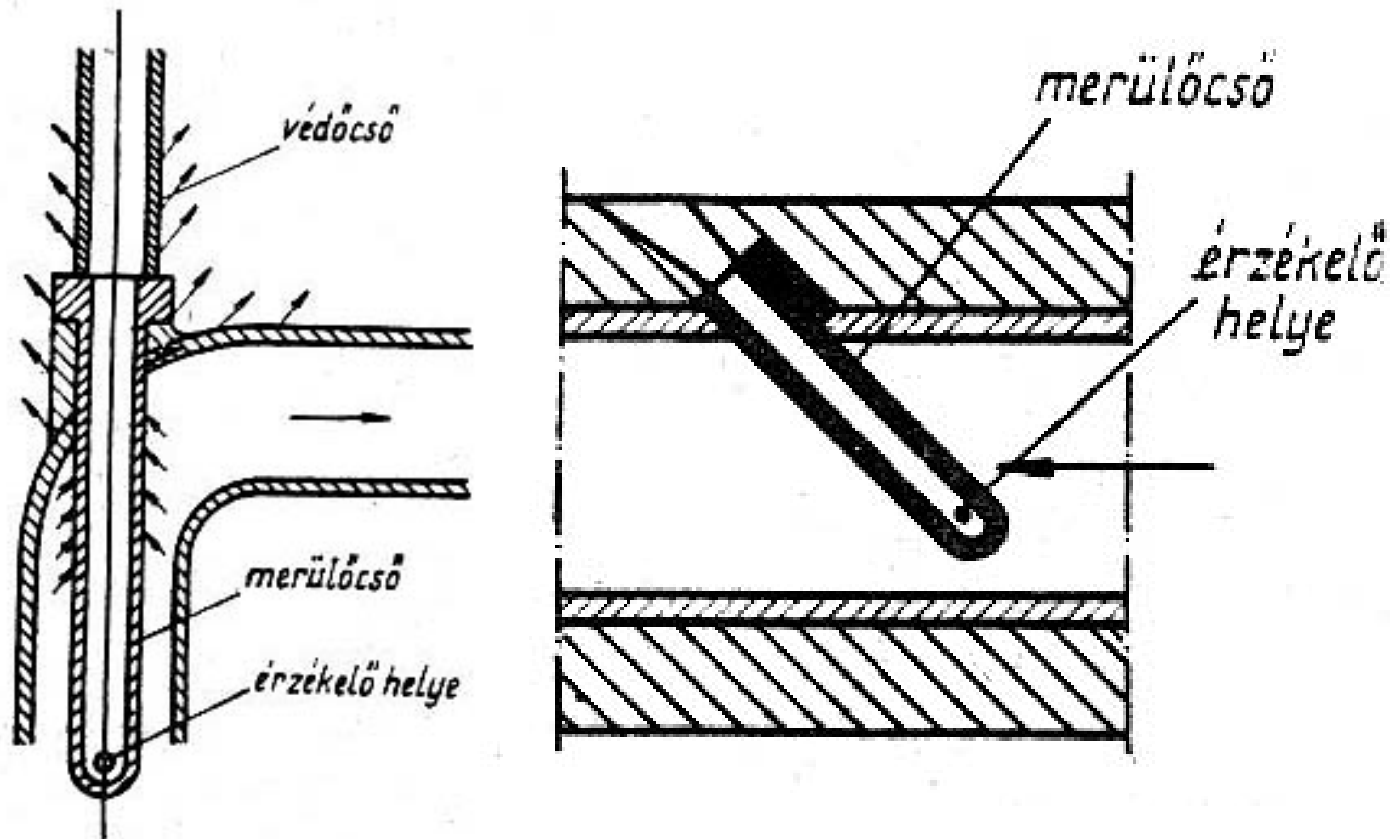


# Hőmérő felezési ideje

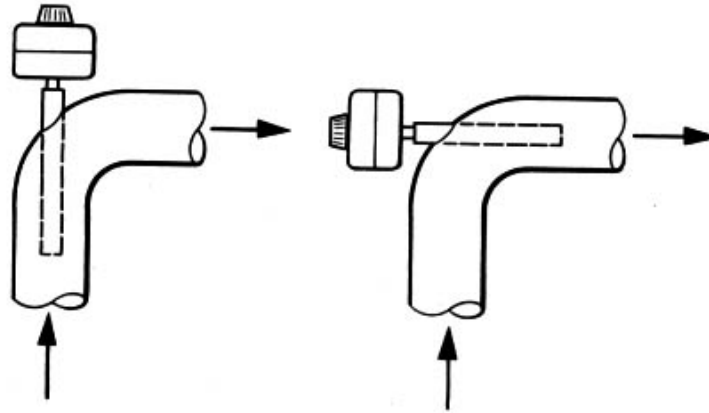


$\frac{t_1 - t}{t_1 - t_0}$	$(t_1 - t_0)$ %-a	Beállási idő
0,5	50	$H$
0,1	90	$3,32H$
0,05	95	$4,3 H$
0,02	98	$5,65H$
0,01	99	$6,65H$
0,005	99,5	$7,65H$
0,002	99,8	$9,0 H$

# Hőmérő beépítése



# Hőmérő beépítése

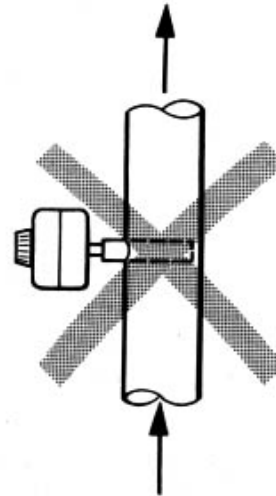


a) richtig

b) auch noch zulässig,  
aber nicht empfehlenswert

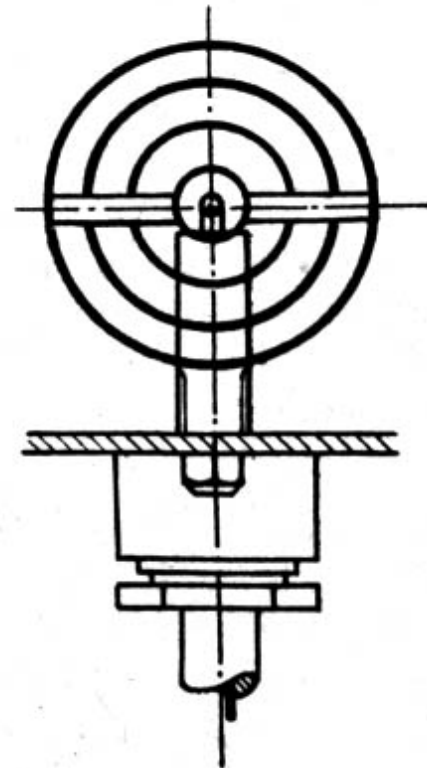
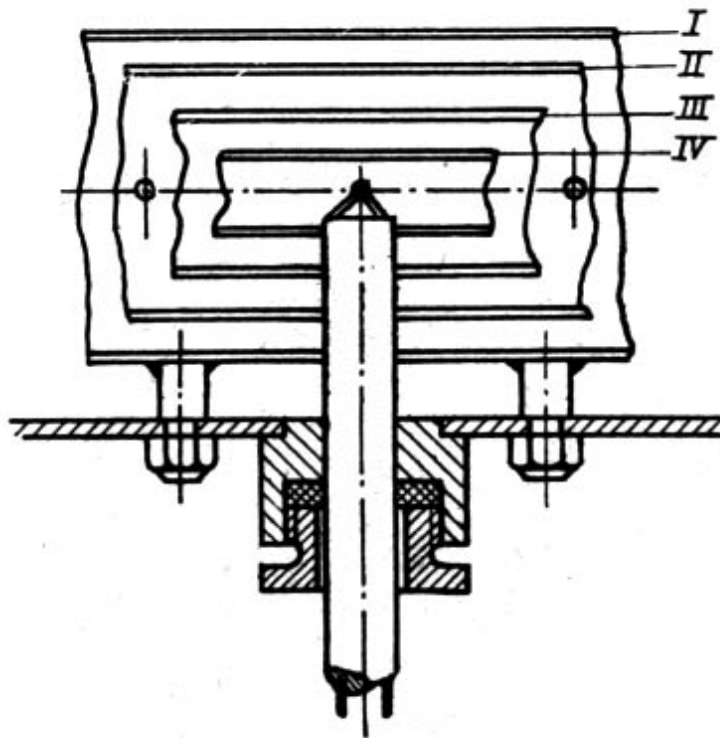


c) notfalls zulässig



d) falsch

# Sugárzás elleni védelem





# Hőmérők hitelesítése

