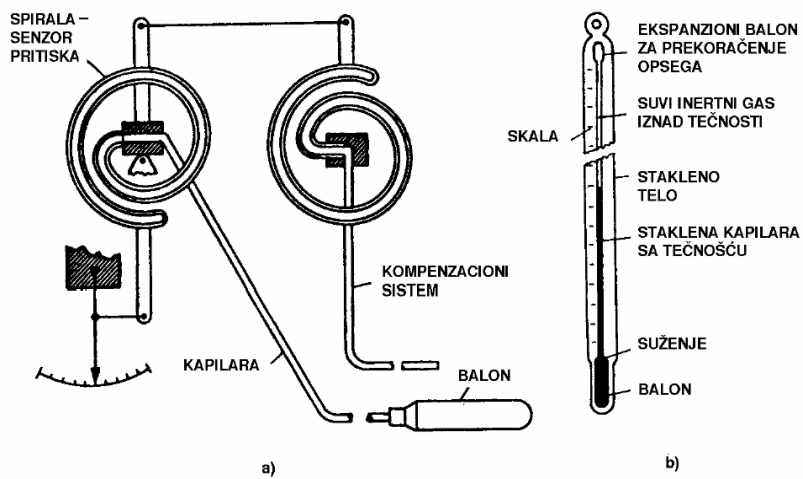


SENZORI TEMPERATURE

Merenje temperature

Ekspanzioni termometri

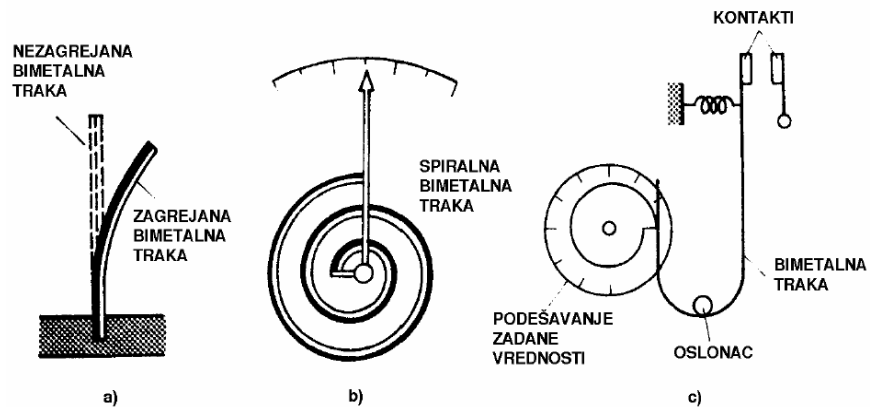


6-12-2004

SENZORI 1

2

Bimetalni termometri

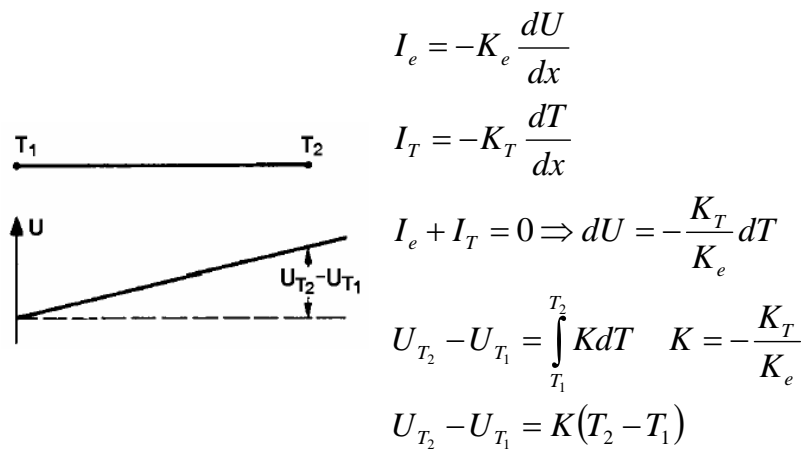


6-12-2004

SENZORI 1

3

Termoparovi termoelektrični potencijal

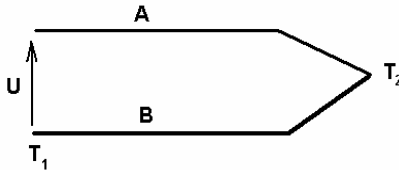


6-12-2004

SENZORI 1

4

Termopar



- A i B različiti materijali
- T_1 hladan kraj
- T_2 topao kraj
- $U = K_B(T_2 - T_1) - K_A(T_2 - T_1) = \alpha(T_2 - T_1)$

6-12-2004

SENZORI 1

5

Termoelektrični niz materijala u odnosu na platinu

MATERIJAL	$\mu V/^{\circ}C$	MATERIJAL	$\mu V/^{\circ}C$	MATERIJAL	$\mu V/^{\circ}C$
Bizmut	-72	Živa	0,6	Bakar	7,6
Konstantan	-35	Ugljik	3	Volfram	8
Nikl	-16,4	Aluminijum	3,5	Molibden	12
Kobalt	-15,2	Kalaj	4,2	Gvožđe	18,5
Alumel	-12,9	Olovo	4,4	Nihrom	25
Potaša	-9	Tantal	4,5	Hromel	28
Rodijum	-6,4	Srebro	6,5	Antimon	47
Paladijum	-5,7	Zlato	7,3	Germanijum	300
Natrijum	-2	Cink	7,5	Telur	500
Platina	0	Kadmijum	7,5	Selen	900

6-12-2004

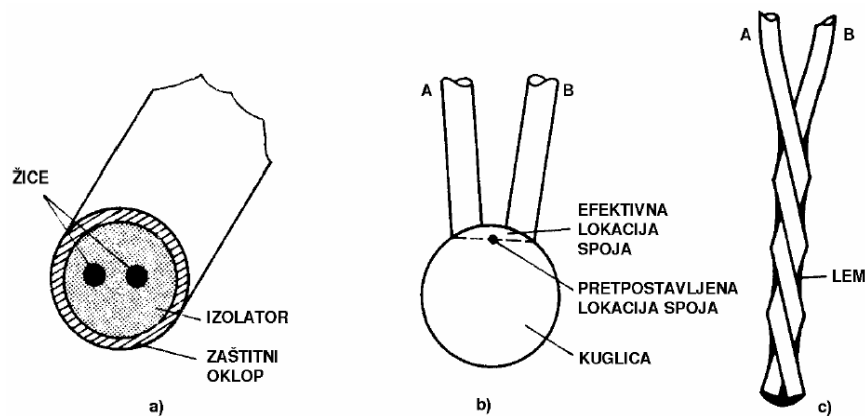
SENZORI 1

6

TIP	KOMERCIJALNI NAZIV	MAKSIMALNI OPSEG °C	MAKSIMALNA TEMPERATURA (KRATKOTRAJNO ZAGREVANJE)	PROSEČNA OSETLJIVOST $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	KARAKTERISTIKE RADNE SREDINE I OGRANIČENJA U UPOTREBI
T	Bakar/konstantan	-200 do 350	600	40,5	Slabo korozivna i redukovana atmosfera. Vakuu ili inertna atmosfera. Prisustvo vlage.
J	Gvožđe/konstantan	0 do 750	1 200	52,6	Redukovana atmosfera. Vakuu ili inertna atmosfera. Ograničena upotreba na visokim temperaturama zbog pojačane korozije. Ne preporučuje se za niske temperature
E	Kromel/konstantan	-200 do 900	1 000	67,9	Korozivna ili inertna atmosfera. Ograničena upotreba u vakuumu i redukovanoj atmosferi.
K	Kromel/alumel	-200 do 1250	1 370	38,8	Inertna atmosfera, bez korozija. Ograničena upotreba u vakuumu i redukovanoj atmosferi. Nije dozvoljena upotreba u sumpornoj atmosferi.
S	Platina-10%rodijum/platina	0 do 1450	1 760	10,6	Korozivna ili inertna atmosfera. Dozvoljena samo kratkotrajna upotreba u vakuumu. Zaštitni oklop samo keramički. Moguća upotreba u metalnim i nemetalnim parama. Ove karakteristike iste su za tip S, R i B.
R	Platina-13%rodijum/platina	0 do 1450	1 600	12,0	
B	Platina-30%rodijum/platina-6%rodijum	0 do 1700	1 800	7,6	

7

Konstrukcija termoparova



6-12-2004

SENZORI 1

8

Načini spajanja

- Zavarivanje topljenjem
- Lemljenje
- Potapanje u živu ili rastopljen metal
- Lemljenje za treći metal
- Pričvršćenje stezaljkom ili trakom

6-12-2004

SENZORI 1

9

Karakteristike termopara

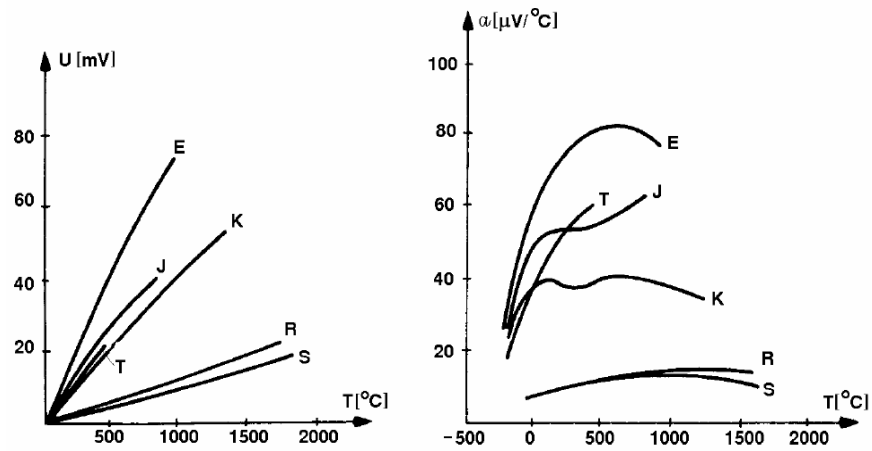
- Aktivan senzor
- Vrlo mali izlazni napon
- Nelinearna statička karakteristika
- Meri razliku temperatura
- Kompenzacija hladnog kraja
- Parazitni termospojevi

6-12-2004

SENZORI 1

10

Statičke karakteristike termoparova

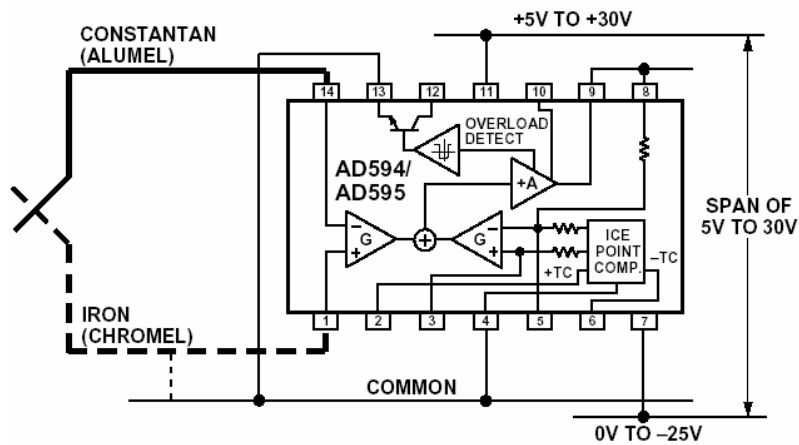


6-12-2004

SENZORI 1

11

Transmitter za termopar

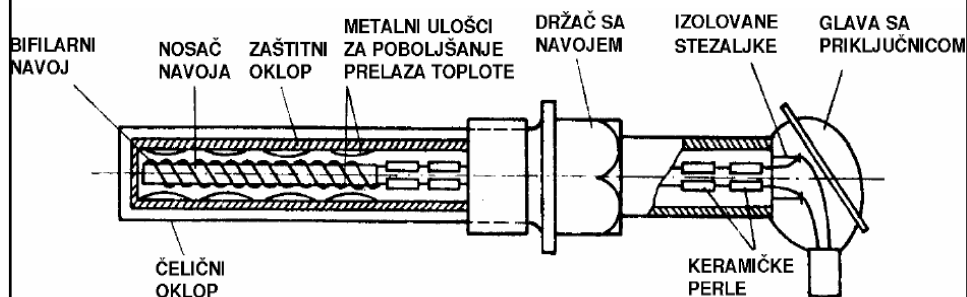


6-12-2004

SENZORI 1

12

Otpornički senzori temperature



6-12-2004

SENZORI 1

13

Karakteristika metalnog termootpornika

- Karakteristika se aproksimira polinomom 20-og reda
- U praksi se obično uzimaju prva tri člana

$$R_T(T) = R_0 + R_0\alpha \left[T - \delta \left(\frac{T}{100} - 1 \right) \frac{T}{100} - \beta \left(\frac{T}{100} - 1 \right) \left(\frac{T}{100} \right)^3 \right]$$

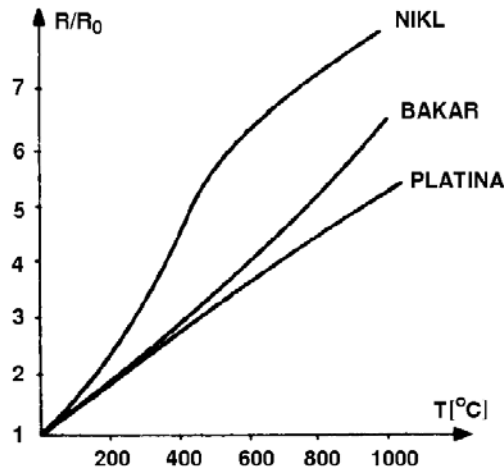
6-12-2004

SENZORI 1

14

Materijali za metalne termootpornike

- Platina Pt
- Nikl Ni
- Bakar Cu



6-12-2004

SENZORI 1

15

Karakteristike platine

- Čistoća 99.999%
- $\rho = 0.1 \mu\Omega\text{m}$
- $\alpha = 0.00392 \text{ 1/}^\circ\text{C}$
- $\beta = 0$ za $T > 0$; $\beta = 0.11$ za $T < 0$
- $\delta = 1.49$
- Opseg -260 do $+650^\circ\text{C}$ max 1500°C
- Pt100 i Pt1000

6-12-2004

SENZORI 1

16

Karakteristike nikla i bakra

- **Nikl**

- $\rho=0.128\mu\Omega\text{m}$
- $\alpha=0.00586\text{ }1/^{\circ}\text{C}$
- Opseg $-50\text{ do }+250^{\circ}\text{C}$ max 430°C

- **Bakar**

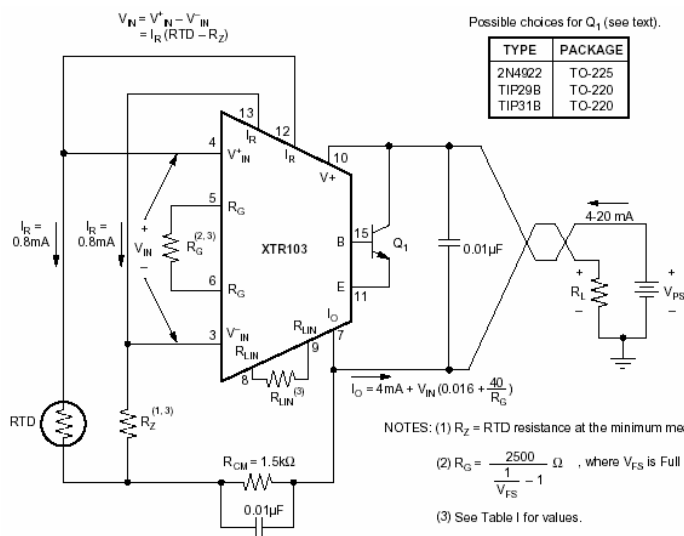
- $\rho=0.017\mu\Omega\text{m}$
- $\alpha=0.0042\text{ do }0.0427\text{ }1/^{\circ}\text{C}$
- Opseg $-50\text{ do }+180^{\circ}\text{C}$ max 260°C

6-12-2004

SENZORI 1

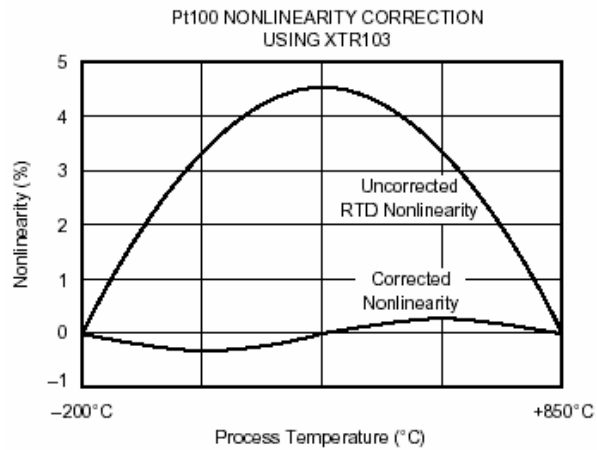
17

Transmitter za Pt100



18

Linearnost transmitera

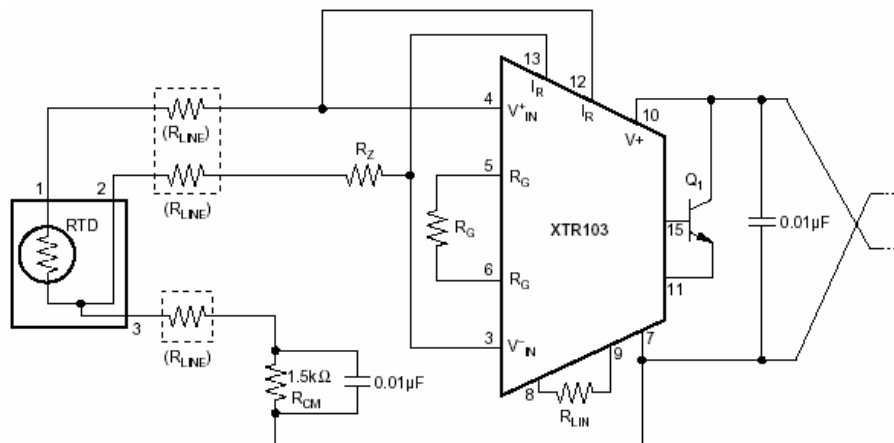


6-12-2004

SENZORI 1

19

Trožični spoj



6-12-2004

SENZORI 1

20

Četvorožični spoj

- Dve žice služe za “napajanje” termootpornika, na njima dolazi do pada napona
- Dve žice služe za merenje napona na samom termootporniku, kroz njih ne teče struja pa nema ni pada napona