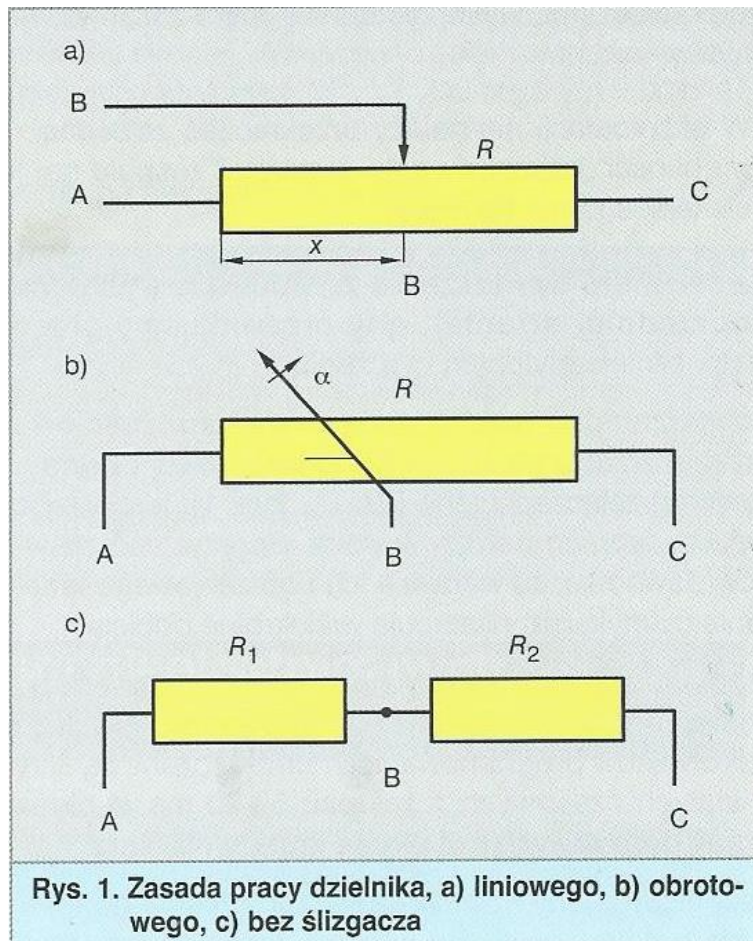


Przetwarzanie rezystancyjne.

Rozpowszechnione w układach pomiarowych **przetwarzanie rezystancyjne** polega na zmianie rezystancji w sensorze. Osiąga się to przez:

- zmianę położenia ślizgacza na warstwie rezystancyjnej,
- włączenie lub wyłączenie rezystancji w obwodzie,
- ściskanie lub rozciąganie elementu rezystancyjnego,
- zastosowanie magnetorezystorów,
- oddziaływanie ciepła na rezystor itp.

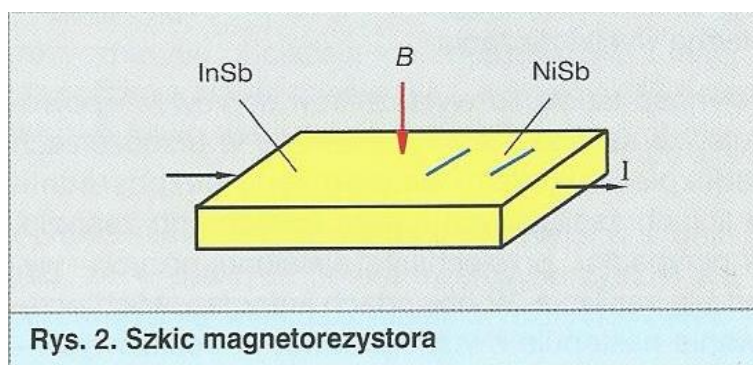
Potencjomertyczne stykowe przetwarzanie sprowadza się do wysterowania dzielnika napięcia, np. przez zmianę położenia ślizgacza, wskutek działania mierzonej wielkości (rys. 1). Sposób ten jest stosowany w **potencjometrycznych sensorach liniowych i obrotowych**.



Rezystancja R między punktami A i B zależy od odległości x ślizgacza od początku rezystora, czyli $R = f(x) = kx$ (rys. 1a) lub $R = f(\alpha) = k\alpha$ (rys. 1b). Na ogół są to zależności liniowe.

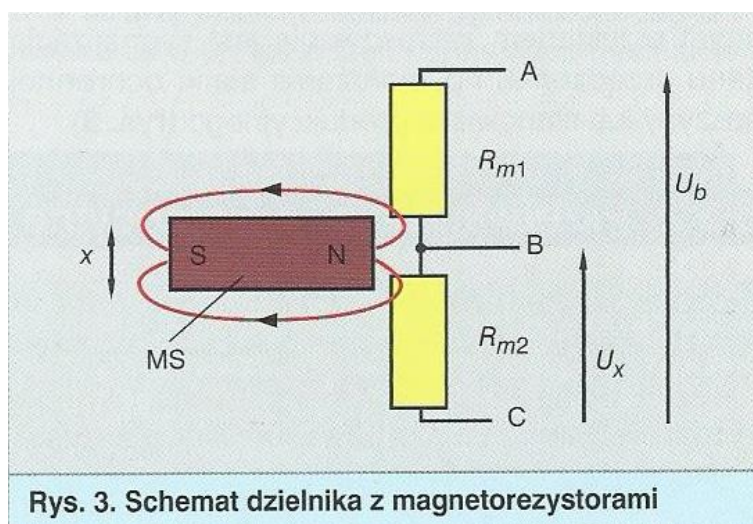
Zasadę dzielnika wykorzystuje się również w innych zespołach przetwarzających (rys. 1c), w których pod wpływem zewnętrznych oddziaływań fizycznych zmieniają się wartości R_1 i R_2 .

Przykładem jest potencjometryczne bezstykowe przetwarzanie z wykorzystaniem zjawiska magnetorezystancji, która polega na zmianie rezystancji elektrycznej danego materiału pod wpływem przyłożonego pola magnetycznego B . Symbolicznie zjawisko można objaśnić jako zmianę rezystancji płytki (rys. 2) wykonanej ze stopu NiSb o wielokrotnie większej przewodności od podstawowego materiału płytki. Wtrącenia są usytuowane prostopadłe do kierunku przepływu prądu I (gdy $B \neq 0$).



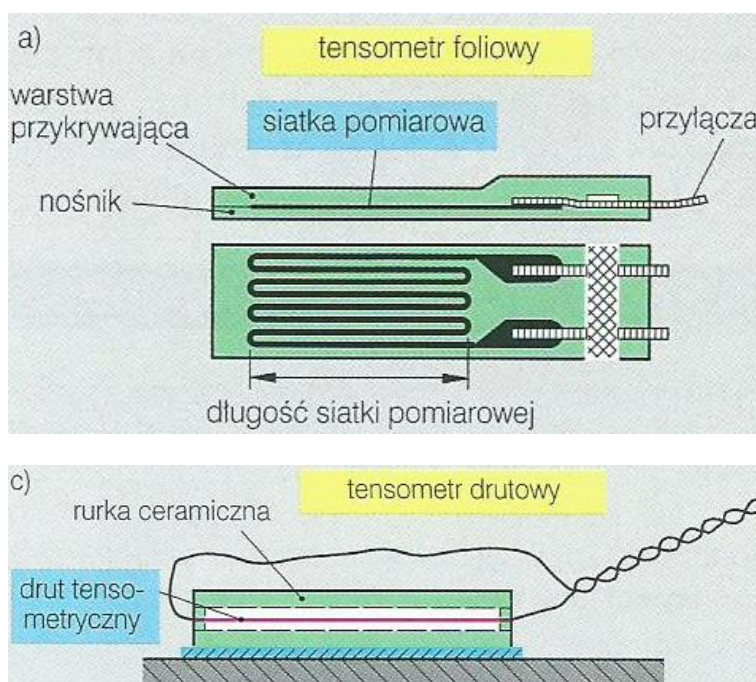
Gdy nie ma pola magnetycznego B , to prąd przepływa najkrótszą drogą; gdy ono istnieje, to prąd zostaje skierowany „na boki” i pokonuje dłuższą drogę, tzn. musi pokonać większą niż poprzednio rezystancję.

Na podobnej zasadzie działają magnetorezystory w sensorach (rys. 3).



Gdy magnes stały MS , którego przemieszczenie x jest wielkością mierzoną, zajmuje środkowe (jak na rysunku) położenie, to indukcja magnetyczna B w obu magnetorezystorach R_{m1} i R_{m2} jest jednakowa, a zatem i rezystancje są równe. Gdy MS przesuniemy o wartość x np. do góry, to wzrasta B w R_{m1} , a maleje w R_{m2} , co powoduje zmniejszenie napięcia U_x . W określonym zakresie $U_x \sim x$, czyli przemieszczenie jest przetwarzane na napięcie.

Zmianę ΔR rezystancji R przewodnika (np. drutu) o długości l , spowodowaną jego wydłużeniem o Δl , przy jednoczesnym zmniejszeniu przekroju poprzecznego, wykorzystuje się w **tensometrach foliowych i drutowych** (rys. 1a, c poniżej), czyli w sensorach, w których mierzona wielkość fizyczna odkształca (np. powoduje wydłużenie) określony element związany z tensometrem.



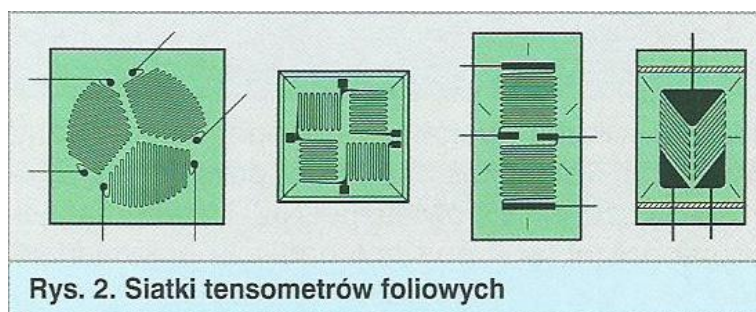
Rys. 1 a) Tensometr foliowy, c) tensometr drutowy.

Do **tensometrów metalowych**, przy odkształceniach w granicach prawa sprężystości Hooke'a, względna zmiana rezystancji wynosi

$$\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\Delta l}{l}$$

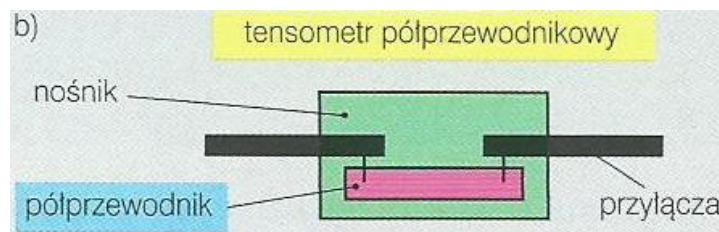
gdzie k – współczynnik zależny od zastosowanego materiału (dla metali $k = 2 \div 3$).

Obecnie powszechnie stosuje się tensometry, w których na foliowy nośnik metodą galwaniczną naniesiono metalową siatkę (rys. 2).



Rys. 2. Siatki tensometrów foliowych

Złożony przebieg ścieżki przewodzącej zapewnia dużą czynną długość przewodnika przy małych wymiarach całego elementu.



Rys. 1 b) Tensometr półprzewodnikowy.

Używane są również **tensometry półprzewodnikowe** (rys. 1b powyżej) w postaci pasków o szerokości kilku dziesiątych milimetra i grubości kilku setnych milimetra naniesione, podobnie jak foliowe, na nośnik. Ich czułość jest $25 \div 50$ – krotnie większa od tensometrów metalowych.

Znaczna czułość przyrządu pomiarowego jest korzystna, ale powoduje też zwiększoną wrażliwość na zakłócenia.

Wadą tensometrów półprzewodnikowych jest silna zależność ich rezystancji od temperatury.

Ze względu na małe zmiany parametru elektrycznego uzyskiwanego w tensometrze konieczne są na ogół układy wzmacniające, np. mostek **Wheatstone'a** ze wzmacniaczem operacyjnym.

Zmianę rezystancji metali i niektórych półprzewodników pod wpływem temperatury wykorzystuje się w **tensometrach oporowych**.

Rezystancja R_t metalowego przewodnika w temperaturze τ wynosi

$$R_t = \rho \frac{l}{q} [1 + \alpha (\tau - \tau_0)] = R_0 [1 + \alpha (\tau - \tau_0)]$$

gdzie: ρ – rezystancja właściwa w temperaturze odniesienia, l – długość przewodnika, q – przekrój poprzeczny przewodnika, α – współczynnik temperaturowy rezystancji właściwej, τ_0 – temperatura odniesienia, R_0 – rezystancja przewodnika w temperaturze τ_0 .

Współczynnik α dla niektórych metali (tab. 1) ma znaczącą wartość, a więc przetwarzanie według tej zasady jest dość efektywne.

Tab. 1. Wartości współczynników temperaturowych α rezystancji właściwej			
Metal	Rezystancja właściwa [Ωm]	Współczynnik temperaturowy α [$^{\circ}C$] $^{-1}$	Zmiana rezystancji [% / $10^{\circ}C$]
Srebro	1,65	0,004	4,0
Miedź	1,75	0,0039	3,9
Złoto	2,3	0,004	4,0
Aluminium	2,9	0,0041	4,1
Nikiel	9,0	0,0055	5,5
Platyna	10,0	0,00392	3,9

Przy przetwarzaniu temperatury na wielkości elektryczne używa się też rezystorów półprzewodnikowych (**termistory**), w których rezystancja R szybko maleje ze wzrostem temperatury τ .

Stromość charakterystyki $R(\tau)$, mała bezwładność cieplna oraz małe wymiary (często poniżej 1 mm) są główną zaletą termistorów. Wadą jest duży rozrzut charakterystyk różnych egzemplarzy tego samego typu oraz ich zmiana w czasie (zjawisko starzenia).