

Wpływ temperatury na rezystancję przewodnika. Termistory.

Ciepło wydzielane podczas przepływu prądu przez przewodnik jest przyczyną wzrostu jego temperatury, którą zawsze można zmierzyć, stosując np. multimetr wyposażony w odpowiednią sondę. Konsekwencją zwiększenia temperatury przewodnika jest zmiana jego rezystancji. Rezystancja czystych metali wzrasta wraz ze wzrostem temperatury, a rezystancja elektrolitów maleje.

Zależność rezystancji przewodników od temperatury jest opisana wyrażeniem:

$$R_T = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

gdzie:

R_0 - oznacza rezystancję przewodnika w temperaturze $T_0 = 293$ K, odpowiadającej 20°C ;

R_T - oznacza rezystancję przewodnika w temperaturze T ;

α - jest **współczynnikiem temperaturowym rezystancji** o wymiarze $1/\text{K}$, określającym względny przyrost tej rezystancji przy wzroście temperatury o 1 K.

Dla metali, tj. **miedzi, aluminium i srebra**, średnia wartość współczynnika temperaturowego rezystancji wynosi $0,004$ $1/\text{K}$. Z tego względu, gdy zmiana temperatury ΔT przewodnika nie przekracza 200 K, można przyjąć, że współczynnik α ma stałą wartość.

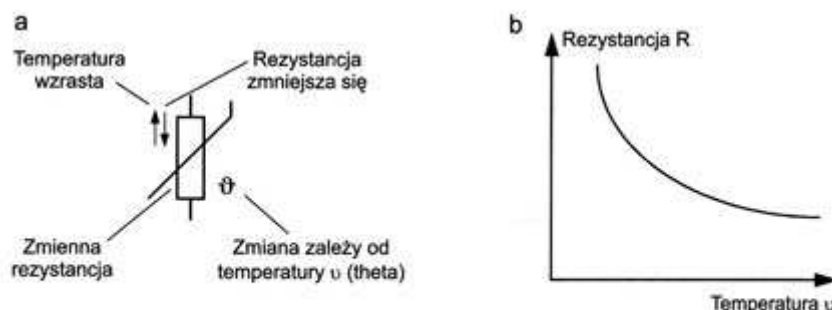
Dużo **mniejszą wartością** współczynnika temperaturowego rezystancji, w porównaniu z wartością tego współczynnika dla wymienionych metali, charakteryzują się **stopy oporowe stosowane do budowy rezystorów wzorcowych, tj. manganin i konstantan**. Współczynnik temperaturowy rezystancji manganinu ma wartość $\alpha = 0,02 \cdot 10^{-3}$ $1/\text{K}$.

Rodzaje termistorów. Zastosowanie termistorów w technice samochodowej.

Termistory są to rezystory wykonane z półprzewodników. Temperaturowy współczynnik rezystancji termistorów ma wartość dużo większą od współczynnika temperaturowego metali i może mieć **wartości dodatnie lub ujemne**.

W zależności od charakteru zmian rezystancji pod wpływem temperatury rozróżniamy następujące typy termistorów:

- **NTC**, o ujemnym współczynniku α (ang. *Negative Temperature Coefficient*),

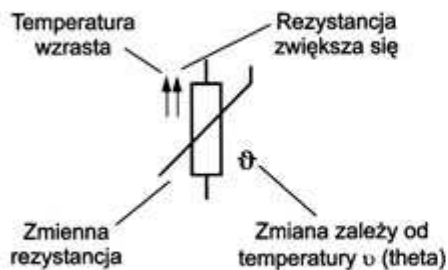


Rys. 4.37
a) objaśnienie symbolu graficznego
b) charakterystyka rezystora NTC

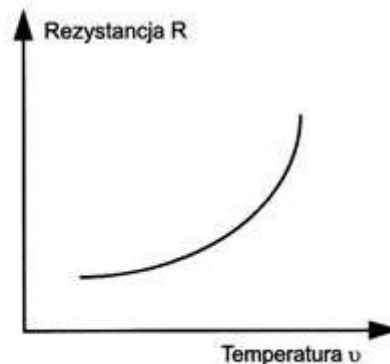
Im wyższa temperatura, tym mniejsza rezystancja. Im niższa temperatura tym wyższa rezystancja.

Zastosowanie:

- czujniki temperatury cieczy chłodzącej, powietrza, oleju i paliwa,
- pomiar temperatury na zewnątrz i wewnątrz pojazdu
- **PTC**, o dodatnim współczynniku α (ang. *Positive Temperature Coefficient*),



Rys. 4.31
Objaśnienie symbolu graficznego

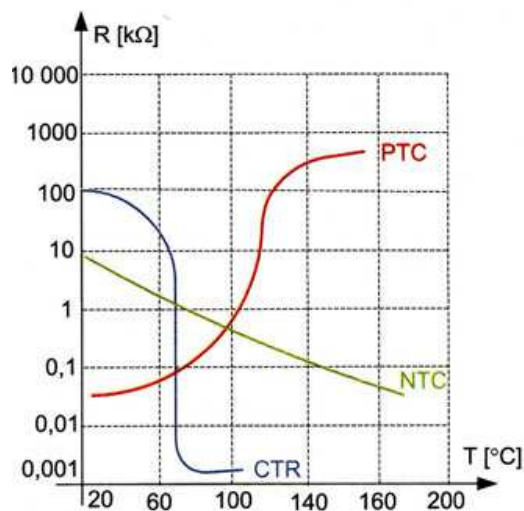


Rys. 4.32
Charakterystyka rezystora PTC

Im wyższa temperatura, tym większa rezystancja. Im niższa temperatura, tym mniejsza rezystancja.

Zastosowanie:

- jako dodatkowy element grzewczy wspomagający wymiennik ciepła w szybkim ogrzaniu wnętrza samochodu,
- w starszych samochodach do pomiaru temperatury cieczy chłodzącej.
- **CTR**, o ujemnym zmieniającym się skokowo współczynniku α (ang. *Critical Temperature Resistor*).



Rys. 1. Charakterystyki $R=f(T)$ termistorów

Zastosowanie:

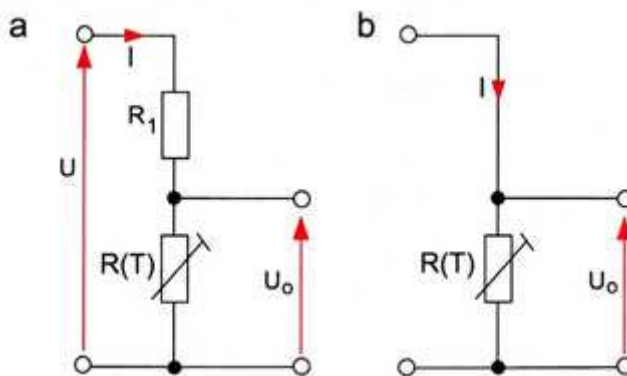
- termistory CTR, ze względu na skokową zmianę rezystancji pod wpływem temperatury, wykorzystuje się jako **bezpieczniki nadprądowe** oraz **zabezpieczenia termiczne** silników elektrycznych.

Parametrami użytkowymi termistorów są:

- **rezystancja znamionowa**, przyjmująca w temperaturze 25°C wartości około 3 kΩ;
- **współczynnik temperaturowy rezystancji α** (dla termistorów NTC $\alpha = -0,02 \dots -0,08/^{\circ}\text{C}$, a dla termistorów PTC $\alpha = 0,008/^{\circ}\text{C}$);
- **temperatura pracy termistorów** – dla NTC obejmująca zakres od -50°C do 300°C, a dla termistorów PTC - od 30°C do 220°C;
- **maksymalna moc**;
- dla termistorów typu CTR jest podawana dodatkowo tzw. **temperatura przejścia**, przy której rezystancja zmienia się skokowo.

Układy zasilania termistorów

Wykorzystanie termistorów w praktyce jest możliwe, jeśli uzależnione od temperatury zmiany ich rezystancji zamienimy w odpowiednie zmiany napięcia. Do tego celu można wykorzystać układy przedstawione na rys.



Rys. 2. Układy zasilania termistorów: napięciowy (a), prądowy (b).

Zastosowanie termistorów w technice motoryzacyjnej:

- do pomiaru temperatury cieczy chłodzącej silnik pojazdu,
- temperatury zasysanego powietrza,
- temperatury oleju silnika,
- temperatury paliwa,
- temperatury zewnętrznej i temperatury wnętrza przedziału osobowego pojazdów wyposażonych w elektronicznie sterowany układ klimatyzacji.

Ponadto termistory są podzespołami masowych przepływomierzy powietrza z tzw. gorącym drutem.

Do pomiaru temperatury cieczy chłodzącej wykorzystuje się czujniki typu NTC, włączone do układu dzielnika napięcia przedstawionego na rys. 2. Czujniki takie są umieszczone w podgrzewanym cieczą chłodzącą kolektorze dolotowym w kadłubie silnika lub w pobliżu termostatu.

Informacja o temperaturze silnika mierzonej termistorem jest wykorzystywana przez układ sterujący ECU (ang. Electronic Control Unit) silnika pojazdu do ustalania dawki wtryskiwanego paliwa oraz kąta wyprzedzenia zapłonu. Dodatkowo do tego celu ECU wykorzystuje również sygnał wyjściowy sondy lambda, mierzącej zawartość tlenu w spalinach, która stanowi pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego układu regulacji dawki paliwa.

Termistory CTR, ze względu na skokową zmianę rezystancji pod wpływem temperatury, wykorzystuje się jako **bezpieczniki nadprądowe** oraz **zabezpieczenia termiczne** silników elektrycznych.