



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Elektrický proud stejnosměrný

Téma: Rezistivita, teplotní závislost odporu

Autor: Ing. Radovan Hartmann

Číslo: VY_32_INOVACE_43-05

Anotace: Materiál je určen pro 2. ročníky SPŠ obor strojírenství. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice rezistivity a teplotní závislosti odporu.

Září 2013

Rezistivita, teplotní závislost odporu

- Pro stanovení elektrického odporu vodičů používáme veličinu, která se číselně rovná odporu vodiče 1 m dlouhého a průřezu 1m². Tuto veličinu nazýváme rezistivitou a značíme ji ρ . Pro různé materiály je rezistivita různá, je závislá na teplotě a proto se udává obvykle pro teplotu vodiče 20 °C.
- Uvedenou závislost lze vyjádřit vztahem:

$$R = \rho l / S \quad (\Omega; \Omega.m, m, m^2)$$

Rezistivita, teplotní závislost odporu

- Rezistivita kovů vyjádřená v jednotkách $\Omega \cdot m$ představuje hodnotu velmi malou, proto se rezistivita určuje jako odpor vodiče dlouhého 1m, průřezu 1 mm^2 při teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
V elektrotechnických tabulkách je rovněž s tímto rozměrem uváděna. (viz tab. 1).

Rezistivita, teplotní závislost odporu

| Materiál | ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) | γ (S.m.mm ⁻²) | α (K ⁻¹) pro 0 až 100 °C |
|--------------------|---|----------------------------------|--|
| hliník | 0,028 5 | 35,2 | 0,004 |
| měď | 0,017 8 | 56,2 | 0,004 2 |
| nikl | 0,1 | 10 | 0,004 3 |
| platina | 0,1 | 10 | 0,003 7 |
| rtuť | 0,958 | 1,04 | 0,000 9 |
| stříbro | 0,016 3 | 61,5 | 0,004 |
| vismut | 1,2 | 0,833 | 0,004 |
| wolfram | 0,055 | 18,2 | 0,004 1 |
| zinek | 0,062 | 16,2 | 0,004 |
| zlato | 0,023 | 43,5 | 0,003 7 |
| železo (čisté) | 0,1 | 10 | 0,005 5 |
| bronz (podle % Cu) | 0,022 až 0,13 | 7,7 až 45,5 | (1,5 až 2,6) · 10 ⁻³ |
| mosaz (podle % Cu) | 0,07 až 0,09 | 11,1 až 14,3 | (1,5 až 2) · 10 ⁻³ |
| ocel | 0,13 až 0,22 | 7,7 až 4,5 | 0,006 1 |
| cekas | 1,1 až 1,14 | 0,91 až 0,88 | 7 · 10 ⁻⁵ |
| chromnikl | 1,1 | 0,91 | 2,5 · 10 ⁻⁴ |
| konstantan | 0,5 | 2 | 2 · 10 ⁻⁶ |
| manganin | 0,43 | 2,32 | 10 · 10 ⁻⁶ |
| nikelin | 0,4 | 2,5 | 1,1 · 10 ⁻⁴ |
| kanthal | 1,45 | 0,69 | 6 · 10 ⁻⁵ |

Tab.1 – Rezistivita ρ , konduktivita γ a teplotní součinitel odporu α u některých materiálech.

Rezistivita, teplotní závislost odporu

- Elektrická vodivost vodiče je převrácenou hodnotou elektrického odporu. Platí tedy vztah:

$$G = 1/R = S/(l \cdot \rho) = \gamma \cdot S/l$$

- Převrácená hodnota rezistivity je konduktivita a značí se γ . Udává se v jednotkách $S \cdot m^{-1}$, v praxi pak $S \cdot m \cdot mm^{-2}$
- Velikost elektrického odporu závisí na teplotě, což lze zjistit měřením. Příčina je v tom že se vzrůstající teplotou kmitají atomy a molekuly okolo své střední polohy. U vodičů je pak pohyb volných elektronů spojen s větším počtem srážek a elektrický odpor se zvyšší.
- U nevodíčů způsobí intenzivní kmitání molekuly buď její roztržení na ionty nebo uvolnění vnějších elektronů, takže se elektrický odpor spíše zmenší.

Rezistivita, teplotní závislost odporu

Odvození základního vztahu:

- Při teplotě ϑ_1 je odpor vodiče R_1 , po zahřátí na teplotu ϑ_2 se jeho odpor zvětší a bude R_2 .
- Změna teploty tedy bude: $\Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$.
- Přírůstek odporu bude: $\Delta R = R_2 - R_1$
- Dělením poměrného přírůstku odporu rozdílem teplot (oteplením) dostaneme poměrný přírůstek odporu R_1 pro oteplení o 1 K.

Rezistivita, teplotní závislost odporu

Dostaneme vztah:

$$\alpha = \frac{\frac{R_2 - R_1}{R_1}}{\Delta \vartheta}$$

Jednoduchou úpravou dostaneme vzorec pro výpočet odporu při určité teplotě:

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$$

V praxi se používá pro výpočet odporu při teplotě vyšší nežli 20°C

$$R_2 = R_{20} [1 + \alpha(\vartheta - 20 \text{ °C})].$$

Pro výpočet odporu při teplotě nižší než je 20 °C se používá vztah

$$R_2 = \frac{R_{20}}{1 + \alpha(20 \text{ °C} - \vartheta)}.$$

ZDROJE:

- BLAHOVEC, Antonín. *Elektrotechnika I.* 5., nezměn. vyd.. Praha: Informatorium, 2005, 191 s. ISBN 80-733-3043-1.