



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název školy: Střední odborná škola stavební Karlovy Vary

Sabinovo náměstí 16, 360 09 Karlovy Vary

Autor: MIROSLAV MAJCHER

Název materiálu: VY_32_INOVACE_18_TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU_E1

Číslo projektu: CZ 1.07/1.5.00/34.1077

Tematická oblast : ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY pro 1. ROČNÍK

Datum tvorby: 16. 9. 2013

Datum ověření: 3. 10. 2013

Klíčové slovo: elektrický odpor, vodič, rezistence, teplotní závislost

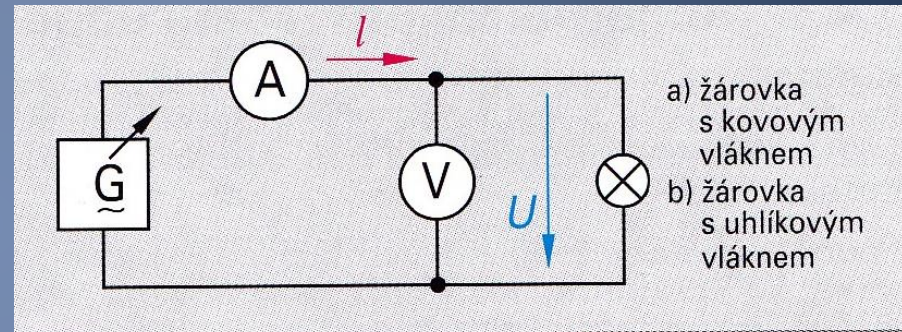
Anotace: Prezentace je určena pro žáky 1.ročníku oboru elektrikář, slouží k výkladu a procvičování dané látky. Žáci se seznámí s výukovým materiálem na téma teplotní závislost odporu.

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Odpor některých vodičů vzrůstá s rostoucí teplotou.

Typickým příkladem jsou kovy.
U některých materiálů je tomu však naopak.

Například u uhlíku nebo některých polovodičů odpor s rostoucí teplotou klesá.



Obr. Zkoumání odporu žárovek

Pokus: Připojte a) žárovku s kovovým vláknem (60W/230V), b) žárovku s uhlíkovým vláknem (60W/230V) jednou na napětí 10V a podruhé na napětí 230V. Vyšetřete pak odpor vlákna pomocí měření proudu a napětí (viz obr.).

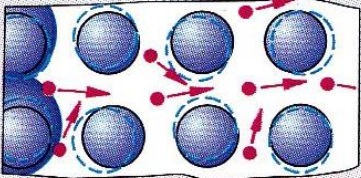
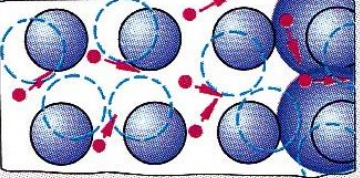
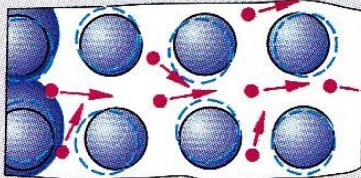
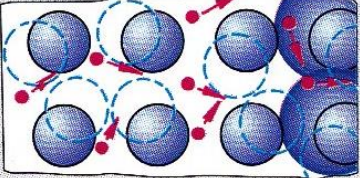
TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Při zvýšené teplotě kmitají atomy silněji kolem svých poloh v krystalové mřížce. Jsou-li atomy těsně vedle sebe jako v kovech, je pohyb elektronů tímto kmitáním silně zbrzdován.

Odpor těchto látek pak s teplotou narůstá.

V uhlíku a v polovodičích naopak při velkých vzdálenostech vedou ke vzniku více volných elektronů a jejich odpor tím při nárůstu teploty klesá.

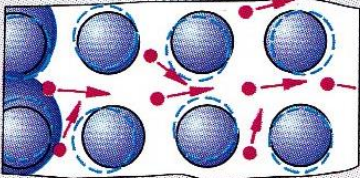
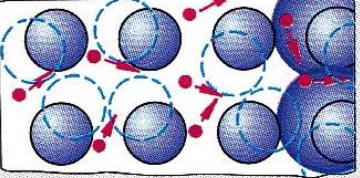
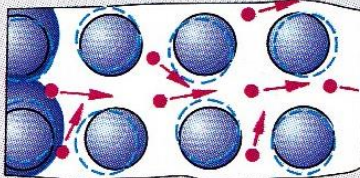
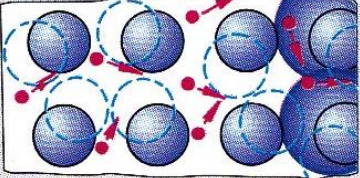
Tabulka 1: Teplotní závislost odporů

	nízká teplota	vysoká teplota
	malá vzdálenost atomů	
kovy		
	slabé brzdění volných elektronů	silné brzdění volných elektronů
	velká vzdálenost atomů	
polovodiče		
	málo vzniků volných nosičů nábojů	mnoho vzniků volných nosičů nábojů

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Teplotní změnu odporu charakterizujeme koeficientem α , který se nazývá teplotní součinitel odporu. Ten udává, o kolik Ω se změní odpor při nárůstu teploty o 1 K ($^{\circ}\text{C}$).

Tabulka 1: Teplotní závislost odporů

	nízká teplota	vysoká teplota
kovy	malá vzdálenost atomů	
		
	slabé brzdění volných elektronů	silné brzdění volných elektronů
polovodiče	velká vzdálenost atomů	
		
	málo vzniků volných nosičů nábojů	mnoho vzniků volných nosičů nábojů

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Chladné vodiče (kovy) mají teplotní součinitel odporu kladný. Nazývají se PTC odpory.
Horké vodiče (polovodiče, uhlík) mají záporný součinitel odporu. Nazývají se NTC odpory.

Tabulka 2: Teplotní součinitelé odporu látek při výchozí teplotě 20°C

látka	α (K ⁻¹)	látka	α (K ⁻¹)
železo	0,0066	měď	0,0039
cín	0,0046	hliník	0,004
olovo	0,0042	mosaz	0,0015
zinek	0,0042	manganin	0,00001
zlato	0,00398	konstantan	0,00004
stříbro	0,0041	uhlík	- 0,00045

¹ PTC zkratka anglického Positive Temperature Coefficient

² NTC zkratka anglického Negative Temperature Coefficient

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Pro výpočet odporu při zvýšené teplotě platí tento vztah.

$$R_{\vartheta} = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$$

Tabulka 2: Teplotní součinitelé odporu látek při výchozí teplotě 20°C

látka	α (K ⁻¹)	látka	α (K ⁻¹)
železo	0,0066	měď	0,0039
cín	0,0046	hliník	0,004
olovo	0,0042	mosaz	0,0015
zinek	0,0042	manganin	0,00001
zlato	0,00398	konstantan	0,00004
stříbro	0,0041	uhlík	- 0,00045

$$[\Delta R] = \frac{1}{K} \cdot \Omega \cdot K = \Omega$$

$$\begin{aligned} \Delta R &\approx \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta \vartheta \\ R_{\vartheta} &= R_{20} + \Delta R \\ R_{\vartheta} &\approx R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta) \end{aligned}$$

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Tabulka 2: Teplotní součinitelé odporu látek při výchozí teplotě 20°C

látka	α (K ⁻¹)	látka	α (K ⁻¹)
železo	0,0066	měď	0,0039
cín	0,0046	hliník	0,004
olovo	0,0042	mosaz	0,0015
zinek	0,0042	manganin	0,00001
zlato	0,00398	konstantan	0,00004
stříbro	0,0041	uhlík	- 0,00045

Příklad: Jak velký je odpor měděného vinutí transformátoru při 80 °C, je-li při teplotě 20 °C odpor 30 Ω?

$$[\Delta R] = \frac{1}{K} \cdot \Omega \cdot K = \Omega$$

$$\begin{aligned}\Delta R &\approx \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta\vartheta \\ R_{\vartheta} &= R_{20} + \Delta R \\ R_{\vartheta} &\approx R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta)\end{aligned}$$

ΔR změna odporu
 R_{20} odpor při 20°C
 R_{ϑ} odpor při teplotě ϑ
 $\Delta\vartheta$ změna teploty v K
 α teplotní součinitel v 1/K

TEPLOTNÍ ZÁVISLOST ODPORU

Tabulka 2: Teplotní součinitelé odporu látek při výchozí teplotě 20°C

látka	α (K ⁻¹)	látka	α (K ⁻¹)
železo	0,0066	měď	0,0039
cín	0,0046	hliník	0,004
olovo	0,0042	mosaz	0,0015
zinek	0,0042	manganin	0,00001
zlato	0,00398	konstantan	0,00004
stříbro	0,0041	uhlík	- 0,00045

Příklad: Jak velký je odpor měděného vinutí transformátoru při 80 °C, je-li při teplotě 20 °C odpor 30 Ω?

$$\Delta R \approx \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta \vartheta = 0,0039 \frac{1}{\text{K}} \cdot 30 \text{ } \Omega \cdot 60 \text{ K} = 7,02 \text{ } \Omega$$

$$R_{\vartheta} = R_{20} + \Delta R = 30 \text{ } \Omega + 7,02 \text{ } \Omega = 37,02 \text{ } \Omega$$

$$[\Delta R] = \frac{1}{\text{K}} \cdot \Omega \cdot \text{K} = \Omega$$

$$\begin{aligned} \Delta R &\approx \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta \vartheta \\ R_{\vartheta} &= R_{20} + \Delta R \\ R_{\vartheta} &\approx R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta) \end{aligned}$$

ΔR změna odporu
 R_{20} odpor při 20°C
 R_{ϑ} odpor při teplotě ϑ
 $\Delta \vartheta$ změna teploty v K
 α teplotní součinitel v 1/K

POUŽITÁ LITERATURA: TKOTZ, Klaus a kol. *Příručka pro elektrotechnika*. Praha: Europa - Sobotáles, 2002, ISBN 80-86706-00-1.