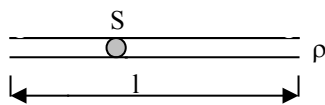


1.3. ELEKTRIČNI OTPOR I ELEKTRIČNA PROVODNOST

ELEKTRIČNI OTPOR

Otpor kojim se provodnik suprotstavlja prolasku elektrona naziva se električni otpor.



Sl.2.

Električni otpor provodnika R (sl.2), srazmeran je sa dužinom provodnika l a obrnuto srazmeran sa poprečnom površinom S .

Pored dužine i preseka električni otpor još zavisi i od vrste materijala od kojeg je napravljen provodnik (otpornik).

Električni otpor je jednak:

$$R = \rho \frac{l}{S} [\Omega] \quad \text{jedinica je om } [\Omega]$$

Iz navedene relacije sledi: $\rho = R \cdot S / l$ [$\Omega \text{mm}^2/\text{m} = \Omega \text{m}$]. Kako iz praktičnih razloga je u našoj struci za presek provodnika usvojena jedinica mm^2 , tada je :

$$\rho = RS / l [\Omega \text{mm}^2 / \text{m}]$$

Ako je $l = 1 \text{ m}$ i $S = 1 \text{ mm}^2 \Rightarrow \rho = R$. Zato se za ρ kaže da je to specifični električni otpor provodnika jediničnih dimenzija . Dakle, **Specifični otpor provodnika (ρ) je otpor provodnika dužine 1 m i poprečnog preseka 1 mm^2 na temperaturi 20°C.**

Za bakar on iznosi 0,0175 [$\Omega \text{mm}^2/\text{m}$], a za aluminijum 0,028 [$\Omega \text{mm}^2/\text{m}$]. Kako otpor, samim tim i specifični električni otpor zavisi i od temperature tada se specifični električni otpor daje na određenoj temperaturi (20°C ili 0°), koja je najčešće sobna temperatura (20°C). Treba imati u vidu i da nečistoće u metalu utiču na otpornost, te navedeni podaci mogu u izvesnoj meri da se ne slažu, no razlika je vrlo mala.

Specifični električni otpor za sve provodnike, kao i otpornike daje se u tabelama (na kraju knjige), koja se koristi kod proračuna kako provodnika, tako i otpornika.

Napomena: Ako je presek provodnika dat u m^2 za spec. el. otpor koristiti jedinicu Ωm , a ako je za presek provodnika data jedinica mm^2 za specifični el. otpor koristiti jedinicu $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$.

$$1 \Omega \text{m} / \text{m} [\Omega \text{m}] = 1 \Omega \cdot 10^6 \text{mm}^2 / \text{m} = 10^6 \Omega \text{mm}^2 / \text{m} \Rightarrow 1 \Omega \text{mm}^2 / \text{m} = 10^{-6} \Omega \text{m} .$$

ELEKTRIČNA PROVODNOST

Recipročna vrednost električnog otpora je električna provodnost (G).

Dakle,

$$G = 1 / R [\text{S}] \quad \text{jedinica je simens } [\text{S}].$$

Gde je :

R ... električni otpor provodnika [Ω] , a

G ... električna provodnost [S].

$$\text{Kako je } G = 1 / R \Rightarrow G = 1 / (\rho l / S) = S / \rho l = (1/\rho) \cdot (S / l) = \gamma \cdot S / l$$

$$G = \gamma \frac{S}{l} [\text{S}]$$

$$\Rightarrow$$

$$\gamma = G \frac{l}{S} [\text{Sm} / \text{mm}^2]$$

gde je γ ($\gamma = 1/\rho$) specifična električna provodnost.

Specifična električna provodnost (γ) provodnika je električna provodnost provodnika dužine 1 m poprečnog preseka 1 mm² na temperaturi 20°C.

Najbolji provodnici (idući redom) su: srebro sa 62,5; bakar sa 57,1; aluminijum sa 35,7 [Sm/mm²].

Z A D A C I :

- 1.3.1.** Provodnik od bakra ima presek $S = 6 \text{ mm}^2$ i dužinu $l = 50 \text{ m}$. Koliki je otpor provodnika ?
- 1.3.2.** Žica od aluminijuma dužine $l = 28,5 \text{ m}$ ima otpor $R = 0,05 \Omega$. Koliki je presek žice ?
- 1.3.3.** Žica od nihroma ima prečnik $d = 0,3 \text{ mm}$ i dužinu $l = 20 \text{ m}$, Koliki je otpor žice ako je $\rho_{\text{nih.}} = 1,12 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$?
- 1.3.4.** Koliki treba da je prečnik gvozdene žice duge 100 m da bi imala provodnost od 0,1925 S ?
- 1.3.5.** Bakarno uže sastoji se od 19 žica prečnika 1,8 mm. Koliki je otpor užeta po 1 km dužine ?
- 1.3.6.** Sijalica je udaljena od izvora 30 m i vezana bakarnim žicama preseka $S = 1,5 \text{ mm}^2$. Koliki je otpor a kolika provodnost žica ?
- 1.3.7.** Koliki je otpor telegrafске linije (dve žice) prečnika $d = 3,6 \text{ mm}$ i dužine 10 km, ako je linija od gvožđa ($\rho_{\text{Fe}} = 0,13 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$).
- 1.3.8.** Otpor provodnika dužine $l_1 = 300 \text{ m}$ iznosi $R_1 = 9 \Omega$. Kolika treba da je dužina ovog provodnika da bi mu otpor bio 75 Ω ?
- 1.3.9.** Bakarnu žicu dužine l i preseka $S = 6 \text{ mm}^2$ treba zameniti isto toliko dugom žicom od aluminijuma, čiji otpori moraju biti isti. Koliki je presek žice od aluminijuma ? ($\rho_{\text{Cu}} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ a $\rho_{\text{Al}} = 0,028 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$)
- 1.3.10.** Merenjem je ustanovljeno da žica ima sledeće podatke: dužina $l = 30 \text{ m}$, prečnik $d = 2,785 \text{ mm}$ i električni otpor $R = 0,14 \Omega$. Odrediti od kojeg je materijala žica ? (izračunati spec. električnu otpornost)
- 1.3.11.** Grejač treba da ima otpor $R = 100 \Omega$ a na raspolaganju su nam provodnici od konstantana, hromonikla i cekasa prečnika $d = 0,4 \text{ mm}$. Kolika je dužina potrebna za svaki od ovih materijala ? Spec el. otpor navedenih materijala (idući redom) je: 0,5 ; 1,1 ; i 1,4 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$.
- 1.3.12.** Izračunati otpor C_u trake pravougaonog preseka $S = 120 \times 10 \text{ mm}^2$ i dužine $l = 10 \text{ m}$.
- 1.3.13.** Žica od kantala prečnika $d = 0,5 \text{ mm}$ namotana je razmaknuto na izolacioni valjak spoljašnjeg prečnika $D = 4,9 \text{ cm}$, pa je tako načinjen navoj sa 100 navojaka. Koliki je otpor navoja ?
- 1.3.14.** Sračunati otpor bakarne cevi dužine $l = 30 \text{ m}$ unutrašnjeg prečnika $d_2 = 40 \text{ mm}$ i debljine zida $d' = 5 \text{ mm}$.
- 1.3.15.** Olovna kocka čija je osnova $a = 1 \text{ cm}$, a otpor između dveju paralelnih stranica je $R = 0,208 \cdot 10^{-4} \Omega$. Odrediti koje dimenzije S' i l' treba da ima žica izvučena iz kocke da bi otpor te žice bio $R' = 1 \Omega$ ($\rho = 0,208 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$; pretpostavka: temperatura nepromenjena, količina materijala ista).
- 1.3.16.** Otpor žice kružnog poprečnog preseka je 10 Ω . Ako bi se dužina žice povećala za 60% a prečnik za 20%, naći novu vrednost otpora (pod pretpostavkom da je temperatura ostala konstantna).

1.3.17. Kako se odnose dužine dvaju provodnika jednakih otpora ako im prečnici stoje u odnosu $d_1/d_2 = 2$? Specifični električni otpori su: $\rho_1 = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ i $\rho_2 = 4,45 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$.

1.3.18. Odrediti dužinu l_1 manganske žice prečnika d_1 , tako da ima istu otpornost kao bakarna žica dužine l_2 i prečnika d_2 . Specifična električna otpornost manganske žice je ρ_1 , a bakarne ρ_2 .

Brojni podaci: $d_1 = 0,5 \text{ mm}$; $l_2 = 10 \text{ m}$; $d_2 = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_1 = 0,5 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$; $\rho_2 = 0,0157 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

1.3.19. Provodnik načinjen od legure mangana, specifične električne otpornosti ρ , ima dužinu l i poprečni presek S . Odredi otpornost R provodnika koji se dobije ravnomernim izvlačenjem datog provodnika na dužinu koja je n puta od početne dužine.

Brojni podaci: $l = 100 \text{ m}$; $S = 0,1 \text{ mm}^2$; $\rho = 0,5 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$; $n = 3$.

1.3.20. Žičani provodnik dužine l_1 i prečnika d_1 načinjen je od materijala specifične otpornosti ρ . Provodnik je podvrgnut operaciji izvlačenja tako da mu se prečnik smanjio na d_2 . Pod pretpostavkom da se prilikom operacije izvlačenja nije smanjila količina metala i nije promenula temperatura, odrediti:

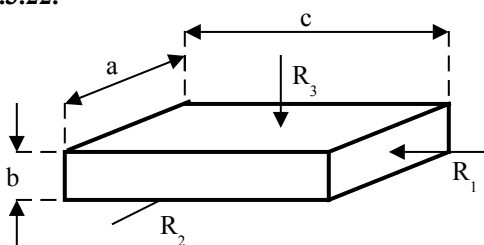
- otpornost provodnika R_1 pre izvlačenja žice;
- otpornost provodnika R_2 nakon njegovog izvlačenja i
- dužinu provodnika l_2 posle izvlačenja.

Brojni podaci: $l_1 = 1 \text{ m}$; $d_1 = 2 \text{ mm}$; $\rho = 0,48 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$; $d_2 = 0,08 \text{ mm}$.

1.3.21. Izračunati otpornost bakarne cevi, dužine l , spoljnjeg prečnika d_1 i unutrašnjeg prečnika d_2 . Cevasti provodnik je načinjen od materijala specifične otpornosti ρ .

Brojni podaci: $l = 3 \text{ m}$; $d_1 = 1,5 \text{ cm}$; $d_2 = 1,1 \text{ cm}$; $\rho = 0,017 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

1.3.22.

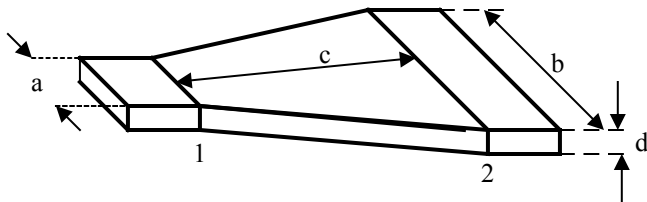


Sl.1.3.22.

Data ploča, sl.1.3.22, izrađena je od bakra specifične otpornosti ρ . Odrediti otpornosti R_1 , R_2 i R_3 pločice za sve tri ose, ako su ispunjeni uslovi da se otpornost može računati po obrascu za linijske provodnike.

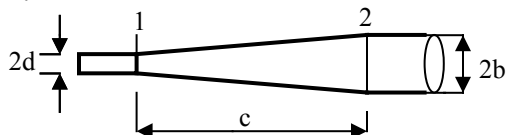
Brojni podaci: $a = 10 \text{ mm}$; $b = 4 \text{ mm}$; $c = 16 \text{ mm}$; $\rho = 0,016 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

1.3.23. Približno izračunati otpornost između preseka 1 i 2 trakastog provodnika specifične otpornosti ρ prikazanog na slici 1.3.23. Zbog čega se ova otpornost može izračunati samo približno.



Sl.1.3.23.

1.3.24.



Sl.1.3.24.

Približno izračunati otpornost između preseka 1 i 2 koničnog dela provodnika prikazanog na sl.

1.3.24. ako je specifična otpornost provodnika ρ .