

3. OMOV ZAKON. DŽULOV ZAKON. ELEKTRIČNA ENERGIJA I SNAGA

3.1. OMOV ZAKON

Om je ustanovio, da pri konstantnoj temperaturi, jačina električne struje **I** linearno zavisi od napona na provodniku **U** i električne provodnosti provodnika **G**.

Dakle:

$$I = UG = \frac{U}{R} [A]$$

gde je: **I** jačina struje [A],
U napon na provodniku (otporniku) [V]
Gelektrična provodnost [S]
R... ..električna otpornost [Ω]

Kako elektromotornu silu kod izvora (generatora) možemo posmatrati kao ukupni napon strujnog kola (u praznom hodu $E = U_o$), tada se Omov zakon može predstaviti i u tzv. **opštom obliku** :

$$I = \Sigma E / \Sigma R [A]$$

gde je:

- ΣE ukupan zbir svih elektromotornih sila u strujnom kolu ($\Sigma E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$)
- ΣR ukupan električni otpor u strujnom (električnom) kolu .

OMOV ZAKON U LOKALNOM OBLIKU

Iz Omovog zakona $I = U \cdot G \Rightarrow J \cdot S = U \cdot G$; jer je $J = I / S$.

Kako je $G = \gamma \cdot S / l \Rightarrow J \cdot S = U \cdot \gamma \cdot S / l \Rightarrow J = \gamma \cdot U / l = \gamma \cdot E$

Izraz

$$J = \gamma \cdot E [A/m^2]$$

predstavlja Omov zakon u lokalnom obliku, gde je:

- **J** Gustina struje (A/m^2)
- γ Specifična električna provodnost (Sm/mm^2)
- **E** Jačina električnog polja u linearnom provodniku (V/m).

3.2. DŽULOV ZAKON

Džulov zakon govori o pretvorbi električne energije u toplotnu. **Toplotna energija W** (koja je nastala iz električne) **srazmerna je sa kvadratom struje I, vremenom trajanja procesa pretvaranja t i električnom otporu R.**

$$W = I^2 R t [J]$$

jedinica je **džul [J]**.

Kako je **snaga P** izvršeni rad u jedinici vremena sledi :

$$P = I^2 R [W]$$

jedinica **vat [W]**.

ili

$$P = I \cdot I \cdot R = I \cdot U \Rightarrow W = P \cdot t = U I t [J = Ws]$$

Omov i Džulov zakon čine jednu celinu i oba se istovremeno primenjuju kod prijemnika kod kojih se električna energija pretvara u toplotnu (1. termički prijemnici, 2. sijalice, 3. provodnici–gubici energije).

Stepen korisnog dejstva (iskorišćenja) η , predstavlja odnos između korisne snage **P** (koju koristi prijemnik) i prouzvedene snage **P'** (ukupne) koja se dovodi kolu.

$$\eta = P / P' \quad [\text{nema jedinicu – realan broj } 0 < \eta < 1, \text{ ili u } \%].$$

Z A D A C I :

3.1.1 Kroz kalem od bakarne žice, preseka $S = 0,6 \text{ mm}^2$ i dužine $l = 200 \text{ m}$, protiče struja jačine 2 A . Koliki je napon na krajevima kalema, ako je specifična otpornost $\rho = 0,018 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$?

3.1.2. Izračunati potrebnu dužinu provodnika od aluminijuma l ($\rho = 0,029 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$), poprečnog preseka $S = 1,5 \text{ mm}^2$, kada sa priključenjem napona od $U = 12 \text{ V}$ kroz provodnik teče struja od $I = 8 \text{ A}$.

3.1.3. Napon na jednom otporniku je $U = 5,5 \text{ V}$, a jačina struje kroz njega je 110 mA . Kolika je provodnost tog provodnika ?

3.1.4. Na izvor napona $U = 50 \text{ V}$ priključen je potrošač čija je provodnost $G = 0,2 \text{ S}$. Kolika je jačina struje I koja protiče kroz potrošač ?

3.1.5. Galvanski izvor ima elektromotornu silu $E = 1,5 \text{ V}$ i unutrašnju otpornost $R_g = 0,5 \text{ }\Omega$. Ako kratko spojimo krajeve galvanskog izvora , kolika će biti struja I_k kratkog spoja ?

3.1.6. Kroz električno kolo protiče struja jačine $I = 5 \text{ A}$ pri naponu U . Struja poraste na $I_1 = 6 \text{ A}$ kada se napon poveća na vrednost $U_1 = 48 \text{ V}$. Koliki je bio napon U pri kojem je proticala struja I ?

3.1.7. Napon nekog izvora je U , a kroz kolo protiče struja I . Ako napon poraste za $\Delta U = 30 \text{ V}$, struja poraste na $I_1 = 13 \text{ A}$. Ako je otpor kola $R = 10 \text{ }\Omega$, koliki je napon U i struja I ?

3.1.8. U jednom kolu nalazi se kalem od aluminijske žice prečnika $d = 0,5 \text{ mm}$ i ukupne dužine $l = 100 \text{ m}$. Kod napona izvora $U = 142,7 \text{ V}$ kalem nakon izvesnog vremena ostvari temperaturu $\theta_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ i uzima iz mreže struju $I_1 = 8,62 \text{ A}$. Treba odrediti koja struja I_0 protiče kroz kalem ako je on na sobnoj temperaturi ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) ($\rho = 0,028 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$; $\alpha = 0,004 \text{ }1/^\circ\text{C}$)

3.1.9. Kroz bakarni namotaj (kalem) pri temperaturi 20°C protiče struja od $I = 10 \text{ A}$ pri naponu od $U = 100 \text{ V}$. Nakon trajnog nominalnog opterećenja namotaja pri istom naponu teče struja jačine $I_1 = 9,2 \text{ A}$. Za koliko je stepeni $\Delta\theta$ porasla temperatura namotaja i kolika je radna temperatura namotaja θ_1 ?

3.1.10. Odrediti struju I koja protiče kroz kalem sa $N = 500$ navojaka bakarne žice prečnika $d = 0,2 \text{ mm}$. Srednji prečnik kalema je $D = 8 \text{ cm}$. Temperaturni koeficijent bakra je $\alpha = 0,0037 \text{ }1/^\circ\text{C}$ a specifična otpornost $\rho_0 = 0,0175 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ (na $20 \text{ }^\circ\text{C}$), a struja kod stalnog pogona kalema održava temperaturu na kalemu $\theta_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$. Kalem je priključen na napon $U = 12,06 \text{ V}$.

3.1.11. Kroz navoj od bakarne žice, preseka $S = 0,5 \text{ mm}^2$ i dužine $l = 150 \text{ m}$ prolazi struja od 4 A . Koliki je napon na krajevima navoja ?

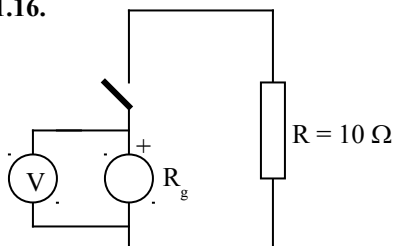
3.1.12. Na udaljenosti od 100 m od generatora nalazi se električni motor čija struja iznosi $I = 20 \text{ A}$ i koji je vezan bakarnim provodnicima (dve žice) preseka $S = 10 \text{ mm}^2$. Ako je napon generatora $U' = 220 \text{ V}$ koliki je napon na krajevima motora U ?

3.1.13. Koliki bi morali biti preseki dovodnog i odvodnog provodnika iz predhodnog zadatka da bi pad napona na provodnicima iznosio $U_p = 2,8 \text{ V}$?

3.1.14. Udaljenost prijemnika od generatora iznosi 220 m, a struja prijemnika je 20 A. Vod se sastoji od dve bakarne žice. Koliki mora biti presek svake žice pa da pad napona u njima ne bude veći od 10 V ?

3.1.15. Generator čija je ems $E = 12$ V pri stalnoj struji od 15 A puni akumulatorsku bateriju čija je kontra ems $E_k = 9$ V. Koliki je otpor celog kola ?

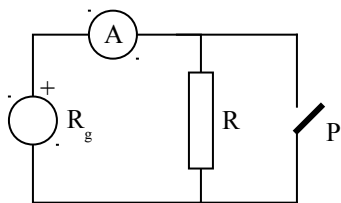
3.1.16.



Sl.3.1.16.

U kolu na sl.3.1.16. izmeren je napon na krajevima izvora (generatora) i on iznosi $U_1 = 20$ V pri otvorenom prekidaču P, a pri zatvorenom prekidaču $U_2 = 19$ V. Koliki je unutrašnji otpor izvora R_g ?

3.1.17.



Sl.3.1.17.

Na slici 3.1.17. pri otvorenom prekidaču P ampermetar pokazuje jačinu struje $I_1 = 2,4$ A a pri zatvorenom prekidaču P $I_2 = 120$ A. Ako je otpor potrošača $R = 48$ Ω, koliki je unutrašnji otpor izvora R_g ?

3.1.18. Elektromotorna sila generatora iznosi $E = 250$ V, njegova unutrašnja otpornost $R_g = 0,2$ Ω a napon na krajevima generatora iznosi $U = 220$ V. Odrediti:

- nominalnu struju generatora,
- struju kratkog spoja generatora.

3.1.19. Pri praznom hodu generatora izmeren je napon od 100 V na njegovim krajevima . Kada se priključi otpornost od 1 KΩ, napon padne na 50 V. Odrediti intezitet električne struje u oba slučaja kao i elektromotornu silu generatora.

3.1.20. Neki prijemnik prima iz baterije, čija je ems $E = 120$ V, električnu struju od 80 mA. Ako je napon na krajevima date baterije 110 V, odrediti:

- unutrašnju otpornost baterije,
- otpornost prijemnika.

3.1.21*. Da li je moguće izračunati unutrašnji otpor izvora jednosmerne struje, ako se izvrši jedno merenje ampermetrom i jedno merenje voltmetrom ? Odgovor detaljno prokomentarisati.

3.1.22*. Za polove generatora ems E i zanemarljivo male unutrašnje otpornosti, priključen je otpornik R , čija se otpornost menja. Ako je struja u kolu I_1 , odnosno I_2 , na temperaturi θ_1 odnosno θ_2 , odrediti struju I_3 na temperaturi θ_3 i temperaturni koeficijent α za dati temperaturni opseg.

Brojni podaci: $E = 6$ V; $I_1 = 1$ A; $I_2 = 0,85$ A; $\theta_1 = 0$ °C; $\theta_2 = 40$ °C; $\theta_3 = 80$ °C.

3.1.23*. Žičani provodnik, prečnika d , priključen je na generator ems E , zanemarljivo male unutrašnje otpornosti. Odrediti dužinu provodnika l , ako je poznato da on prima snagu P na temperaturi θ_2 .