

2. OSNOVNI ZAKONI ELEKTROTEHNIKE

Neven Baničević
šk. 2025/2026

2. OSNOVNI ZAKONI ELEKTROTEHNIKE

- Ohmov zakon
- Pad napona i gubitak napona
- Grananje struje
- Dijeljenje napona
- Složeni strujni krugovi

OHMOV ZAKON

Neven Baničević

šk. 2025/2026



OHMOV ZAKON

- Možemo li zamisliti suvremeni život bez električne energije?
- Iako ne razmišljamo često o tome, naš svakodnevni život blisko je s njom povezan.
- Bez električne energije ne bi bilo mobitela, računala, javne i kućne rasvjete, hladnjaka ni štednjaka.
- Zdravstvena zaštita i medicina ostvarile su nezamislive napretke upravo zbog otkrića električne energije.

OHMOV ZAKON

- Prisjetimo se oznaka fizičkih veličina i mjernih jedinica za **električni napon, struju i otpor**.

FIZIČKA VELIČINA	OZNAKE FIZIČKE VELIČINE	MJERNA JEDINICA	OZNAKE MJERNE JEDINICE
električni napon	U	volt	V
električna struja	I	amper	A
električni otpor	R	om	Ω

- Ako se u strujnom krugu promijeni jedna od tih veličina, promjeniti će se i druge veličine.

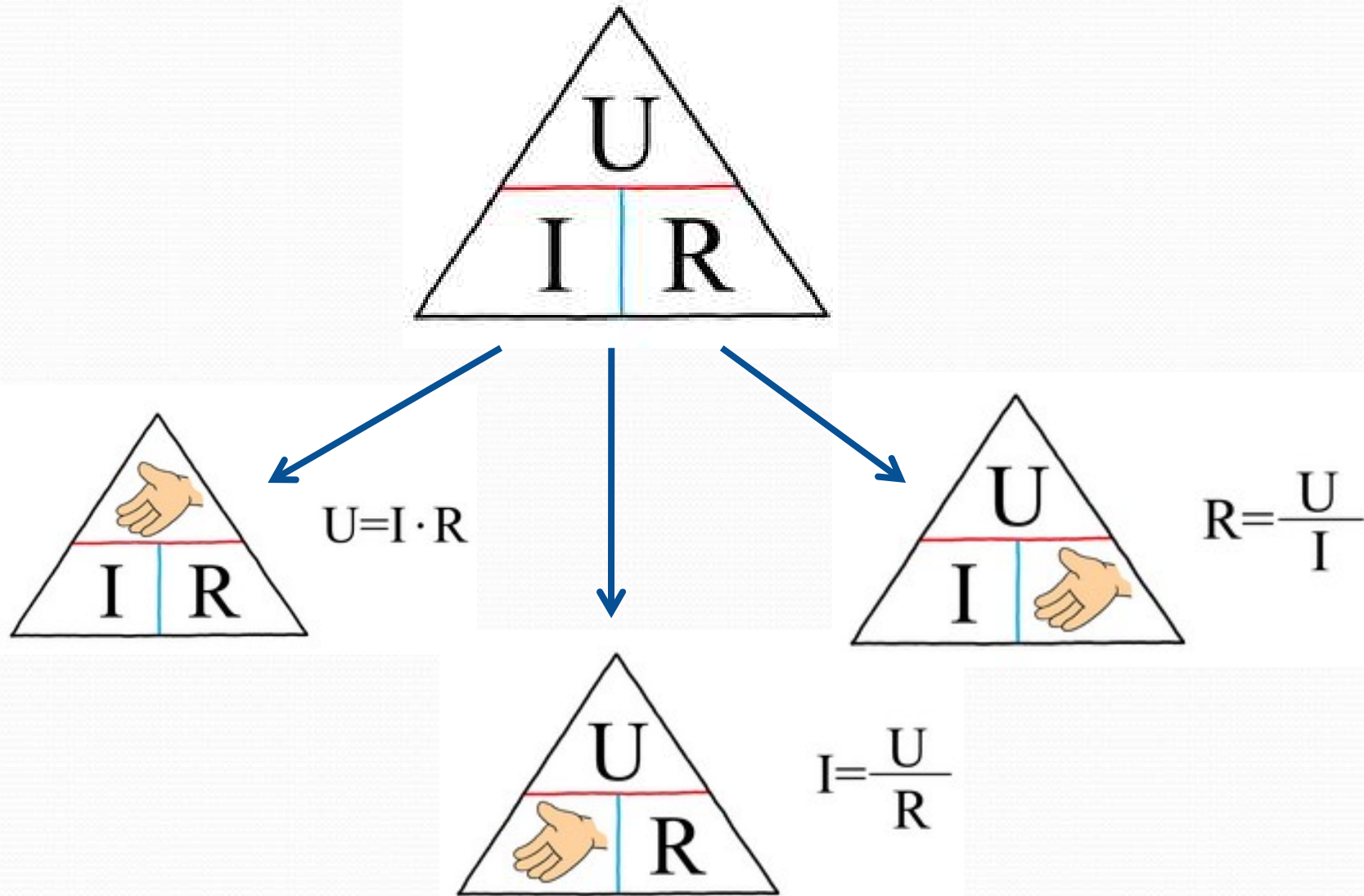
OHMOV ZAKON

- Početkom prošlog stoljeća njemački fizičar **Georg Simon Ohm** prvi je uočio međusobne ovisnosti glavnih električnih veličina (U, I, R)
- Formulirao ih je u zakonu koji se po njemu zove **Ohmov zakon**.
- Ohmov zakon definira odnos električne struje, napona i otpora. Električna struja proporcionalna je naponu, a obrnuto proporcionalna otporu u strujnom krugu.
- Ohmov zakon zapisujemo jednostavnom matematičkom formulom:



$$I = \frac{U}{R}$$

TROKUT OHMOVOG ZAKONA



KARAKTERISTIKA UREĐAJA

- Ovisnost struje o naponu možemo prikazati na dijagramu U - I.

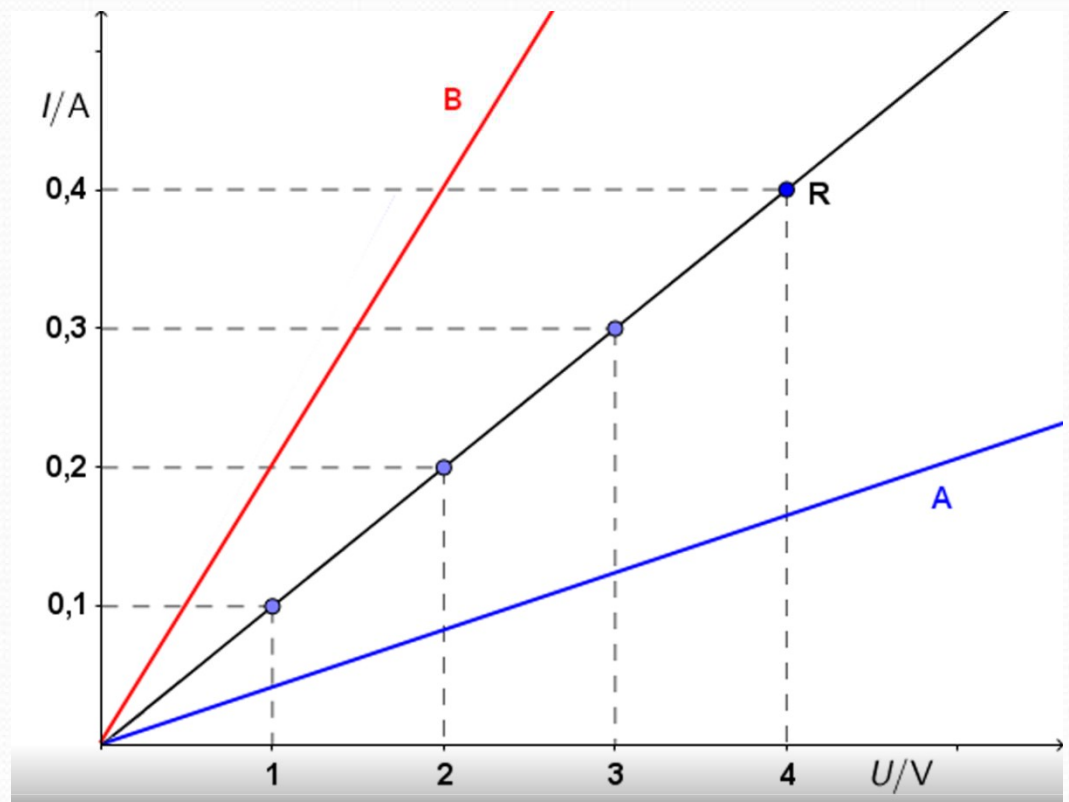
Nagib pravca govori nam o vrijednosti otpora. Pravac A ima veći otpor od pravca B. To možemo i jednostavno izračunati.

$$R_A = \frac{U_A}{I_A}$$

$$R_A = \frac{2}{0,1} = 20 \Omega$$

$$R_B = \frac{U_B}{I_B}$$

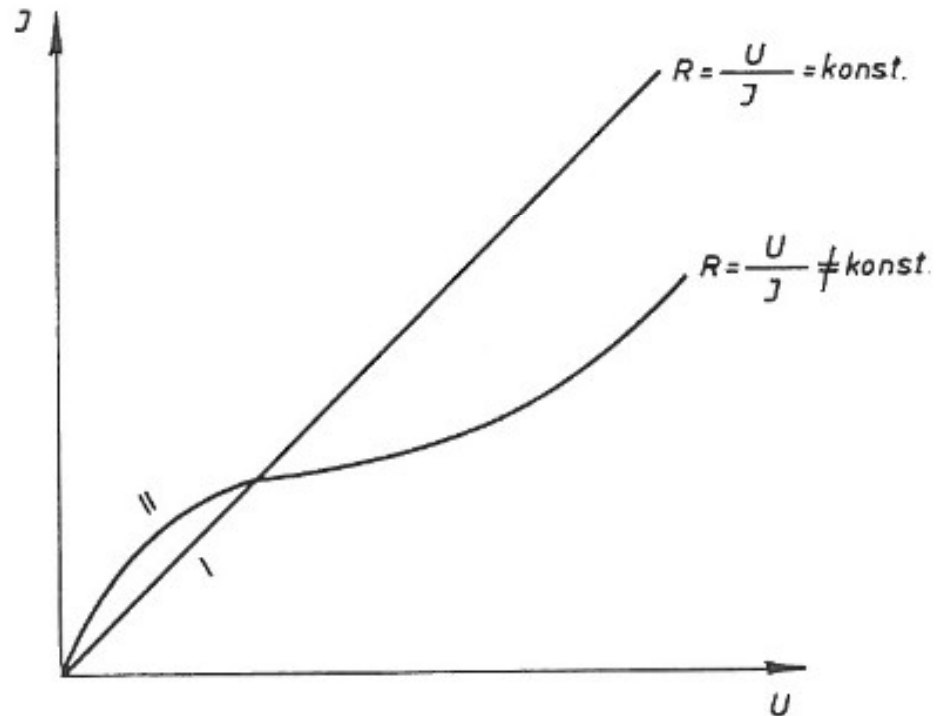
$$R_B = \frac{2}{0,4} = 5 \Omega$$



KARAKTERISTIKA UREĐAJA

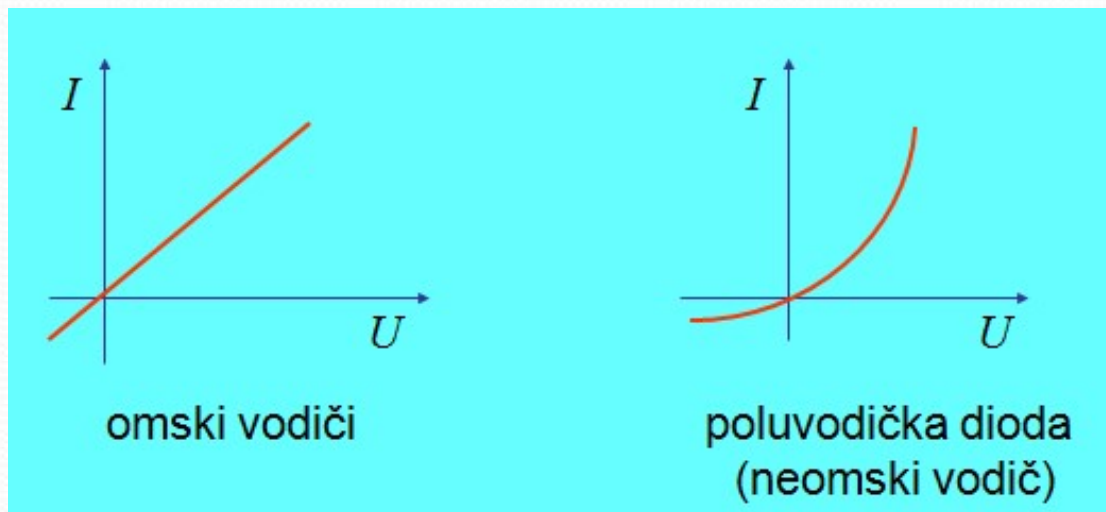
- Ovisnost struje o naponu možemo prikazati na dijagramu $U - I$.

Karakteristika nekog uređaja je krivulja koja pokazuje ovisnost struje i napona u tom uređaju.



OMSKI I NEOMSKI VODIČI

- **Omski vodiči** – vodiči za koje vrijedi Ohmov zakon, odnosno vrijednost otpora ne ovisi o naponu (npr. metali)
- **Neomski vodiči** – vodiči za koje ne vrijedi Ohmov zakon, vrijednost otpora se mijenja ovisno o naponu (npr. poluvodička dioda)



ZADACI

- Pri naponu od 220V kroz užarenu spiralu električne peći teče struja jakosti 2,4A. Koliki je otpor spirale u tom užarenom stanju?
- Kolika struja teče kroz otpornik od 160Ω ako je priključen na napon 220V?
- Koliko jaka struja teče kroz žicu od kantala, presjeka $0,2\text{ mm}^2$ i duljine 10 m, ako je priključena na napon od 2V? ($\rho = 1,4$)

ZADACI

1. Koliki napon moramo priključiti na trošilo otpora 200Ω da kroz njega teče struja jakosti $1,5 \text{ A}$?
2. Kroz električno glačalo priključeno na napon od 220 V teče struja jakosti $2,75 \text{ A}$. Koliki je otpor glačala?
3. Žarulja priključena na napon od 110 V ima topli otpor 200Ω . Koliko jaka struja teče kroz žarulju?
4. Voltmetar ima unutarnji otpor od 1500Ω . Kolika struja teče kroz njega kad njegova kazaljka pokazuje 125 V .
5. Koliki mora biti napon grijanja elektronske cijevi čiji je otpor 63Ω , a struja grijanja 100 mA ?
6. Žicu od konstantana, presjeka $0,4 \text{ mm}^2$, treba priključiti na napon od 6 V . Kolika mora biti njezina duljina da kroz nju teče struja jakosti 25 mA ?
7. Naertajte $U-I$ karakteristiku uređaja ako je jakost struje $4,2 \text{ A}$ pri naponu od 220 V . Otpor uređaja se ne mijenja.
8. Kolika je temperatura spirale električnog grijala kojom u ugrijanom stanju pri naponu od 220 V teče struja jakosti $1,56 \text{ A}$, ako je njezin hladni otpor 120Ω , a izrađena je od kromnika?

ZADACI

9. Kolika struja teče kroz nikelinsku žicu dugu 1,2 m s presjekom $0,096 \text{ mm}^2$ ako je priključena na napon od 24 V?
10. Ampermetar uključen u strujni krug električne peći pokazuje 8,8 A pri naponu 220 V. Koliki je topli otpor peći?
11. Otpor od $37,5 \Omega$ priključen je na napon od 210 V. Kolika je količina elektriciteta koja prođe kroz taj otpor za 12 minuta?
12. Između dva izolirana vodiča teče struja od 0,08 mA pri naponu 380 V. Koliki je otpor izolacije (u megaomima)?
13. Galvanski članak ima unutarnji otpor $0,24 \Omega$ i daje elektromotornu silu od 1,5 V. Kolika struja teče kroz članak pri kratkom spoju?
14. Svitak promjera 8 cm sa 400 navoja bakrene žice presjeka $0,175 \text{ mm}^2$ priključen je na napon 210 V. Kolika struja teče kroz taj svitak pri temperaturi 70°C ?
15. Koliki mora biti presjek 75 cm dugačke žice od kantala da kroz nju teče struja od 10 A ako je priključimo na napon od 42 V?

PAD NAPONA I GUBITAK NAPONA

Neven Baničević
šk. 2025/2026



PAD NAPONA

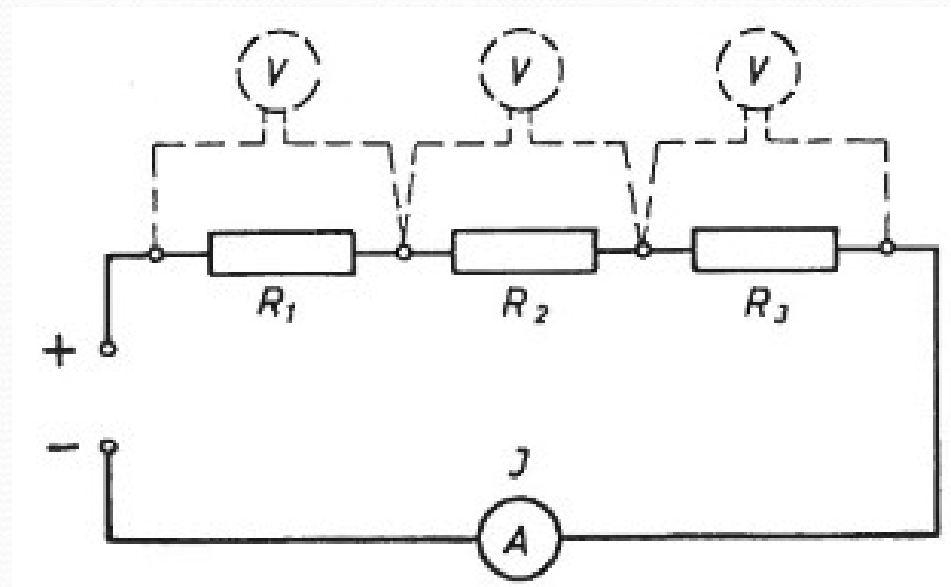
- Da bi električna struja jakosti I prolazila kroz otpor R , prema Ohmovu zakonu potreban je napon $U = I * R$
- Taj napon se utroši na svladavanje otpora R
- Ako se u strujnom krugu nalazi više serijski spojenih otpora, na svakom pojedinom otporu potrošit će se jedan dio napona kojeg daje izvor
- **Dio napona potrošen u pojedinom otporu zove se pad napona u tom otporu.**

PAD NAPONA

- Primjer:

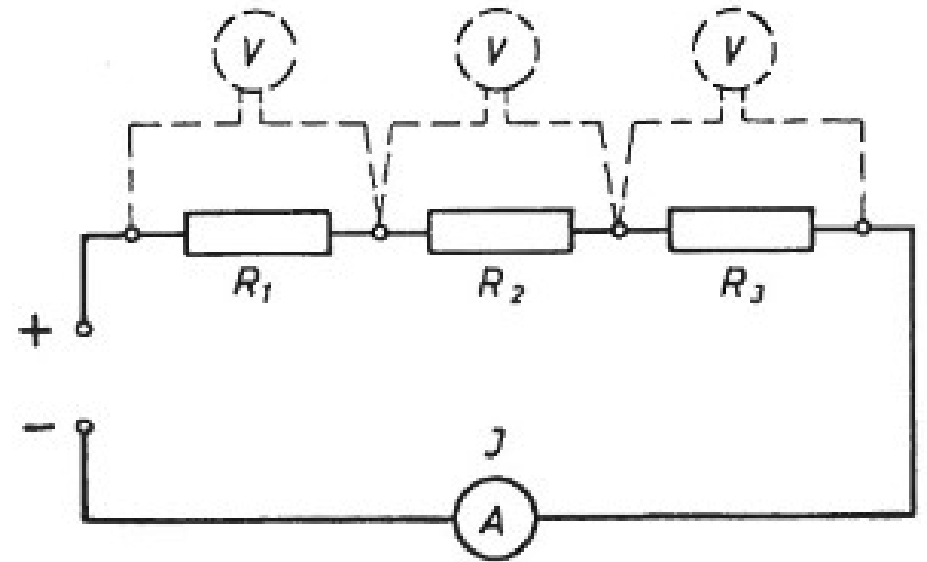
$$U = I * R$$

- Pad napona u nekom otporu razmjernan je s veličinom tog otpora
- Pad napona razmjernan je i sa jakošću struje koja prolazi kroz otpor



PAD NAPONA

- Primjer:
- Koliki su padovi napona u otpornicima $R_1=5\Omega$, $R_2=15\Omega$, $R_3=25\Omega$, ako je struja jakosti $1,2A$?



GUBITAK NAPONA

- Jesu li otpori u otpornicima (trošilima) jedini otpori u strujnom krugu?
- Postoje još i otpori u vodovima.
- Takvo veće ili manje smanjenje napona štetno utječe na rad trošila.
- Pad napona u vodovima znači i **gubitak energije**
- U vodovima se električna energija pretvara u toplinsku koja ne samo da nije korisna nego je i štetna.
- **Gubitak napona je beskoristan gubitak energije.**
- Kako možemo smanjiti gubitak napona?

GUBITAK NAPONA

- PRIMJER: Koliki mora biti presjek bakrenog vodiča, koji provodi struju jakosti 8A od izvora napona 220V do trošila udaljenog 350 m, ako gubitak napona ne smije biti veći od 5%?

UNUTARNJI PAD NAPONA

- Znamo da postoje pad napona na trošilu i gubitak napona u vodovima.
- Postoji još jedan pad napona, a to je **pad napona u izvoru**.
- U strujnom krugu dakle postoji:
 - Unutarnji otpor (otpor izvora)
 - Vanjski otpor (otpor vodova, trošila i dr.)

$$R = R_u + R_v$$

gdje je R . . . otpor strujnog kruga
 R_u . . . unutarnji otpor
 R_v . . . vanjski otpor

UNUTARNJI PAD NAPONA

- Napon na stezaljkama izvora je jednak elektromotornoj sili izvora umanjenoj za pad napona u izvoru

$$U = E - I \cdot R_0$$

PRAZAN HOD I KRATKI SPOJ IZVORA

- Ako na izvor nije spojeno nikakvo trošilo, ako je $I = 0$ ($U = E$) govorimo o **praznom hodu**
- Ako na izvor priključimo neko trošilo, struja će poteći kroz izvor, pa će doći do unutarnjeg pada napona.
 - Što je priključeno trošilo jače, unutarnji pad napona bit će veći.
- Ako je vanjski otpor strujnog kruga vrlo malen, onda se prolazu struje suprotstavlja uglavnom samo unutarnji otpor izvora, koji je jako mali.
- Stoga će i vrlo mali napon uzrokovati vrlo jako struju (Ohmov zakon!) te govorimo o kratkom spoju
- Kako sprečavamo opasnost od kratkog spoja?

ODREĐIVANJE UNUTARNJEG OTPORA IZVORA

$$R_u = \frac{E - U}{I}$$

Gdje je:

R_u – unutarnji otpor izvora (Ω)

E – EMS sila izvora (V)

U – napon na stezaljkama (V)

I – Jakost struje (A)

Primjer:

Voltmetrom smo kod galvanskog članka u neopterećenom stanju izmjerili elektromotornu silu ($E = 1,6V$). Pošto je priključen vanjski otpor, isti voltmetar nam pokazuje napon na stezaljkama izvora ($U = 1,3V$), a ampermetar jakost struje ($I = 1,5A$). Koliki je unutarnji otpor tog galvanskog članka?

ZADACI

1. Kolika struja treba teći iz izvora, čija je elektromotorna sila 132 V, a unutarnji otpor $1,8 \Omega$, da napon na stezaljkama bude 120 V?
2. Voltmetar priključen na neopterećen izvor pokazuje napon od 48 V. Ako na taj izvor priključimo otpornik od $6,5 \Omega$, napon padne na 38,4 V. Koliki je unutarnji otpor izvora ako voltmetar ne troši gotovo nikakvu struju?
3. Trošilo čiji je otpor $7,5 \Omega$ priključeno je vodovima na mrežu napona 110 V. Koliki je gubitak napona u vodovima i koliki napon prima trošilo ako je otpor u vodovima $0,5 \Omega$?
4. Koliki pad napona nastaje u žici od konstantana presjeka $0,5 \text{ mm}^2$ i duljine 60 m ako kroz nju teče struja jakosti 2,4 A?
5. Trošilo kojim teče struja od 8,2 A udaljeno je od priključnog mjesta 75 m, a vezano je bakrenim vodom presjeka 4 mm^2 . Koliko posto iznosi pad napona ako je napon u mreži 220 V?
6. Gubitak napona u rasvjetnoj mreži napona 220 V ne smije iznositi više od 2%. Koliki smije biti otpor vodova pri opterećenju od 4,5 A?

ZADACI

7. Leclanchéov članak ima elektromotornu silu od $1,6\text{ V}$ i unutarnji otpor od $0,3\ \Omega$. Kolika struja teče kroz njega pri kratkom spoju?
8. U praznom hodu izmjerena EMS izvora iznosi $2,1\text{ V}$, a pri opterećenju od $7,2\text{ A}$ napon na stezaljkama je $1,95\text{ V}$. Koliki je unutarnji otpor tog izvora?
9. Bakreni vod presjeka 4 mm^2 spaja izvor struje koji daje napon od 110 V sa 64 m udaljenim trošilom. Koliki je postotni pad napona ako trošilom teče struja jakosti $3,5\text{ A}$?
10. Koliko smije biti udaljeno trošilo koje uzima struju jakosti 12 A od izvora napona 220 V da pad napona ne bude veći od 3% ? Za spajanje služi bakreni vod presjeka 10 mm^2 .
11. Koliki mora biti otpor otpornika da u njemu pri prolazu struje od $1,8\text{ A}$ dođe do pada napona od 81 V ?
12. Koliko jaka struja teče kroz trošilo čiji je otpor $96\ \Omega$ ako voltmetar priključen na to trošilo pokazuje napon od 120 V ?