

4.2. SNAGA U ISTOSMJERNIM STRUJNIM KRUGOVIMA

Snaga na aktivnim i pasivnim elementima

ono što dajemo znamo: $p = u(t) \cdot i(t)$

umnožak trenutnog napona sa trenutnom strujom

→ snaga na pojedinom elementu $P = U \cdot I$

• tako se radi o naponu ili strujom izvoru:

↳ SNAGA: umnožak napona na skrajnjima izvora i struje kroz izvor

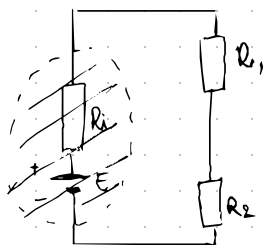
$$P = u \cdot I = u \cdot \frac{u}{R} \Rightarrow \frac{u^2}{R} \text{ ili } P = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$$

→ izvor može potrošiti na aktivnom el. = snaga koja se troši u krugu

ZAD: $E = 15V$, serijski priključeni 5Ω i 10Ω . idealan naponni izvor

Kolika je snaga koju izvor daje u krug?

Koliki su izvorni napori na otpornicima?



↓
ignorirati to,
gledamo
idealni

$$R_t = R_1 + R_2 \Rightarrow R_t = 15\Omega \rightarrow P = \frac{u^2}{R}$$

$$u = 15V \rightarrow \boxed{P = 15W}$$

$$I = \underline{1A} \rightarrow U_1 = R_1 \cdot I_1 = 5V$$

$$\hookrightarrow P_1 = 5V \cdot 1A = \underline{5W}$$

$$\rightarrow U_2 = R_2 \cdot I = 10V$$

$$\hookrightarrow \underline{P_2 = 10W}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_1 + P_2 = P \\ \text{u} \end{array} \right\}$$

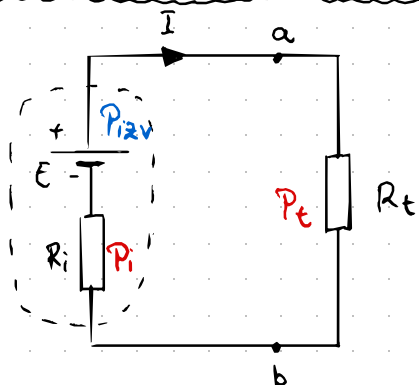
Snaga na realnim izvorima i stupanj korisnosti

*modeliranje realnih naponskih i strujnih izvora kao serijske, odnosno paralelne kombinacije idealnog izvora i unutarnjeg otpora

→ kod realnih izvora:

- ▶ izračunava se snaga koju izvor daje u krug P_{izv}
- ▶ -||- snaga P_i koja se rasipa unutar izvora (na unutarnjem otporu)
- ▶ -||- snaga P_t koja se rasipa na vanjskom teretilu

REALNI NAPONSKI IZVOR:



$$P_{izv} = E \cdot I = E \cdot \frac{E}{R_i + R_t} = \frac{E^2}{R_i + R_t}$$

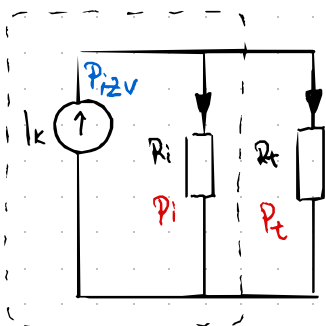
$$P_i = I^2 \cdot R_i = \frac{E^2 \cdot R_i}{(R_i + R_t)^2}$$

$$P_t = I^2 \cdot R_t = \frac{E^2 \cdot R_t}{(R_i + R_t)^2}$$

* vrijedi i za strujni

stupanj korisnog djelovanja izvora $\rightarrow \eta = \frac{P_t}{P_{izv}} = \frac{R_t}{R_t + R_i} \leq 1$

REALNI STRUJNI IZVOR:



$$\eta = \frac{P_t}{P_{izv}} = \frac{\frac{U^2}{R_t}}{U^2 \left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_t} \right)} = \frac{\frac{1}{R_t}}{\frac{R_i + R_t}{R_i \cdot R_t}}$$

$$\eta = \frac{R_i}{R_i + R_t}$$

Teorem maksimalne snage

za koji R_t se na izvoru razvija maksimalna snaga?

$$P_{izv} = \frac{E^2}{R_i + R_t} \rightarrow \text{za } R_t = 0$$

$$\hookrightarrow P_{izvmax} = P_{izv}(R_t = 0) = \frac{E^2}{R_i}$$

- ako gledamo snagu na trošilu $P_t = \frac{E^2 \cdot R_t}{(R_i + R_t)^2} \Rightarrow$ snaga nije kontinuit. rastuća funkcija

\hookrightarrow ako $R_t = 0 \rightarrow P_t = 0 \leftarrow$ ako je $I = 0$, odnosno ako se

kratki spoj

radi o praznom hodu $\frac{E^2 \cdot \infty}{(R_i + \infty)^2}$

$$R_t = 0 \rightarrow P_t = 0$$

$$R_t \rightarrow \infty \Rightarrow P_t \rightarrow 0$$

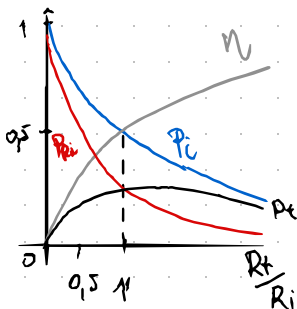
postoji otpor R_t između ovih dvaju ekstrema
ako deriviramo i izjednačimo s 0 možemo naći ekstreme

\hookrightarrow UVJET MAKSIMALNE SNAGE KOJA SE RAZVILA NA TROŠILU: (ovaj samo o unutarnjem otporu, ne o unut. nap.)

$$\frac{P_t}{R_t} = \frac{E^2}{(R_i + R_t)^2} \rightarrow \frac{dP_t}{dR_t} = \frac{(R_i + R_t)^2 \cdot E^2 - 2(R_i + R_t) \cdot E^2 \cdot R_t}{(R_i + R_t)^4} = 0$$

\rightarrow snaga na trošilu je maksimalna kada je iznos otpora trošila jednak iznosu unutarnjeg otpora izvora: $R_i = R_t$

Graf potvrđuje:



► k.s. ($R_t = 0$) \rightarrow Sva snaga se troši na unutarnjem otporu izvora \rightarrow stupanj korisnosti je 0 \rightarrow max snaga

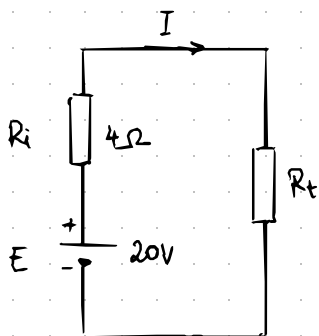
► porast otpora \rightarrow smanjuje snagu koju izvor daje u kruz \rightarrow smanjuje snagu na unut. otp. izvora

► max P na trošilu je kada je $R_i = R_t \rightarrow \eta = 0,5$

Zadatak: Naponski izvor napona $E = 20V$ i unutarnjeg otpora

$R_i = 4\Omega$ predaje trošila otpora R_t snagu P_t uz stupanj iskorisćenja

$\eta = 0,2$. Odredi P_t .



naponski: $I_{ab} = \frac{E}{R_i + R_t}$ $U_{ab} = \frac{R_t \cdot E}{R_i + R_t}$

$$\eta = \frac{R_t}{R_i + R_t}$$

$$0,2 = \frac{R_t}{4 + R_t}$$

$$0,8 + 0,2R_t = R_t$$

$$\underline{R_t = 1\Omega}$$

$$P_t = U \cdot I = I^2 \cdot R_t = \frac{E^2 \cdot R_t}{(R_i + R_t)^2}$$

$$P_t = \frac{400 \cdot 1}{25} = \boxed{16W}$$

Idealni mjerni instrumenti

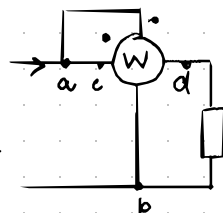
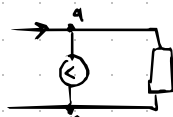
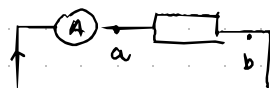
ampermetar: serijski;

voltmetar: paralelno;

vatmetar:

serijski - strujne stazaljke

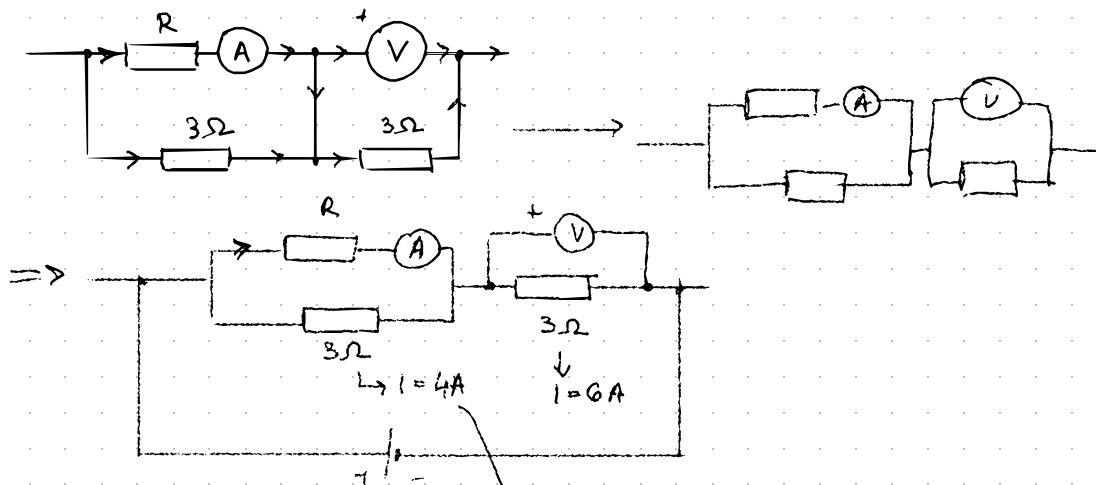
paralelno → naponske staz.



- idealni ampermetar = kratki spoj

- idealni voltmetar = prazan hod

ZADATAK: Idealni instrument u dijelu strujnog kruga prema slici pokazuje $I_A = 2A$, $U_V = 18V$. Odredite R .



$$U_{uc} = U_L + U_V = U_L + 18V$$

$$U = 12V$$

$$I_V = \frac{18}{3\Omega} \rightarrow \underline{I_V = 6A}$$

$$R_x = \frac{12V}{2} = \underline{6\Omega}$$