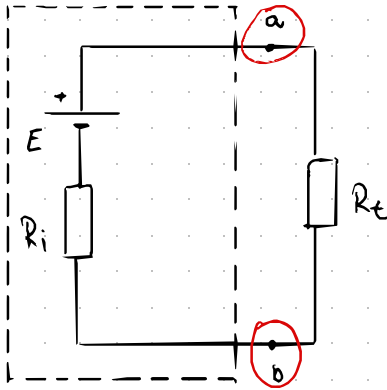


4.1. REALNI NAPONSKI I STRUJNI IZVOR

Realni naponski izvor:

serijski spoj idealnog naponskog izvora unutarnjeg napona E i unutarnjeg otpora R_i

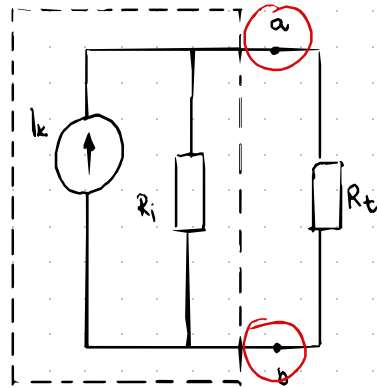


a i b. su
priključnice

napon U_{ab} će biti manji od unutarnjeg napona E , kada priključimo otpor R_t
zbog pada napona na serijski priključenom R_i

Realni strujni izvor:

paralelni spoj idealnog strujnog izvora unutarnje struje I_k i unutarnjeg otpora R_i



- struja kroz otpor tereta R_t će biti manja od struje I_k
zbog toga dijela struje u grani s unutarnjim R_i (granaju struji)

realni izvori postaju idealni kada:

realni naponski izvor: $R_i = 0$

realni strujni izvor: $R_i \rightarrow \infty$

Ako se pretpostavi postojanje promjenjivog otpornika R_t čija vrijednost može ići od 0 do ∞ ($0 \rightarrow$ kratki spoj, $\infty \rightarrow$ otvoreni priključci) što se događa s naponom na priključcima realnog naponskog izvora U_{AB} ?

ALGEBARSKI:

$$U_{AB} = I \cdot R_t = \frac{E}{R_i + R_t} \cdot R_t = \frac{E \cdot R_t}{R_i + R_t} \quad I_{AB} = I = \frac{U_{AB}}{R_t} = \frac{E}{R_i + R_t}$$

Za $R_t = 0$: **KRATKI SPOJ**

$$U_{AB} = 0 \rightarrow I \cdot R_t = 0$$

$$I_{AB} = \frac{E}{R_i} = I_k$$

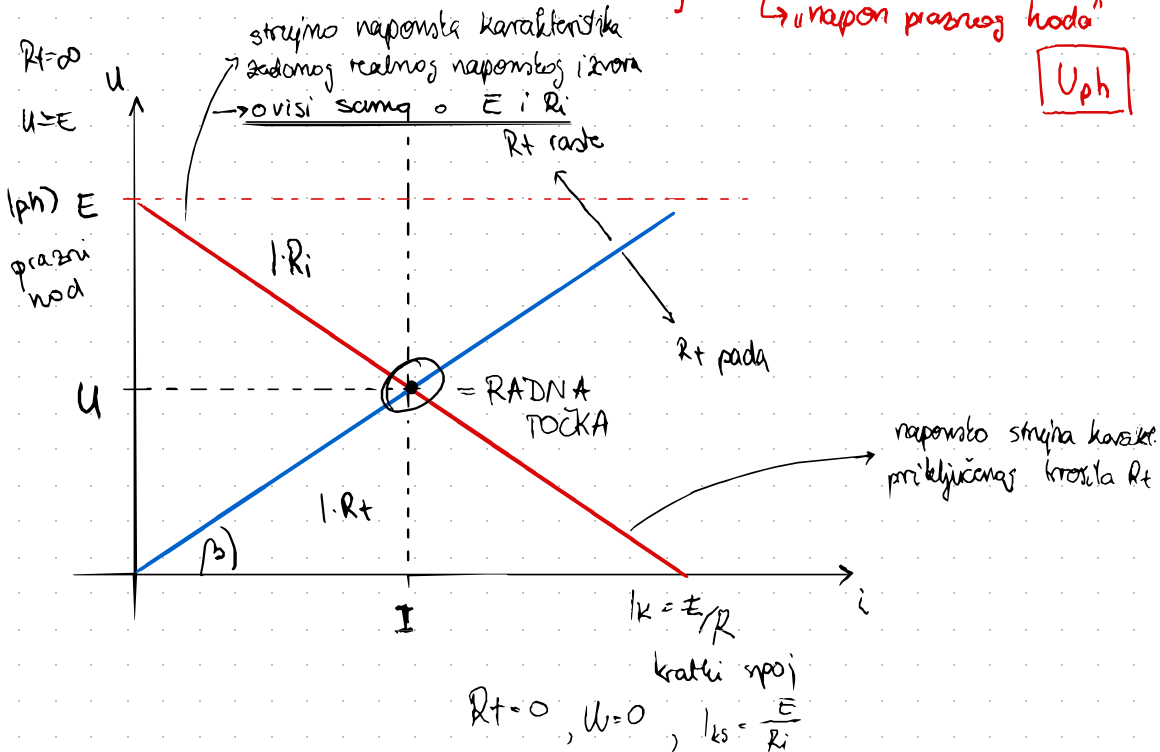
kod kratkog spoja nemamo napon na priključcima, a struja onisi o unut. otporu
 \rightarrow „struja kratkog spoja“
 I_k

Za $R_t \rightarrow \infty$ **PRAZNI HOD**

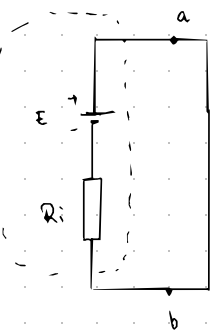
$$U_{AB} = \lim_{R_t \rightarrow \infty} \frac{E \cdot R_t}{R_i + R_t} = \lim_{R_t \rightarrow \infty} \frac{E}{\frac{R_i}{R_t} + 1} = E$$

\leftarrow

kod otvorenih strazaljki struja ne teče, a napon je jednak naponu idealnog izvora
 \rightarrow „napon praznog hoda“
 U_{ph}



Zad. Ako je napon praznog hoda realnog naponskog izvora $5V$ a struja kratkog spoja $0,1A$, koliko iznosi unutarnji otpor izvora?



$$U_{PH} = 5V$$

$$I_K = 0,1A$$

$$R_i = ?$$

$$U_{PH} = E = 5V$$

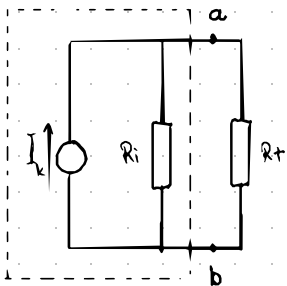
$$I_K = \frac{E}{R_i}$$

$$R_i = \frac{5V}{0,1A}$$

$$R_i = 50\Omega$$

Realni strujni izvor:

* vodljivost $G = \frac{1}{R}$



Struja kroz granu ab u krug prema slici iznosi

$$I_{ab} = \frac{U_{ab}}{R_t} = \frac{U_{ab}}{G_i + G_t} = \frac{I_k}{G_i + G_t} \cdot G_t = I_k \cdot \frac{G_t}{G_i + G_t}$$

$G_t \rightarrow \infty$; $\frac{1}{G} \Rightarrow R = 0 \Rightarrow$ KRATKI SPOJ

$$I_{ab} = \lim_{G_t \rightarrow \infty} \left(I_k \cdot \frac{G_t}{G_i + G_t} \right) \stackrel{1:G_t}{=} \lim_{G_t \rightarrow \infty} \frac{I_k}{\frac{G_i}{G_t} + 1} = \underline{\underline{I_k}}$$

$$U_{ab} = \lim_{G_t \rightarrow \infty} \frac{I_k \cdot 1:G_t}{G_i + G_t \cdot 1:G_t} = \left(\frac{0}{\infty + 1} \right) = \underline{\underline{0}}$$

Struja kratkog spoja jednaka je struji ideal. strujnog izvora, a napon je 0

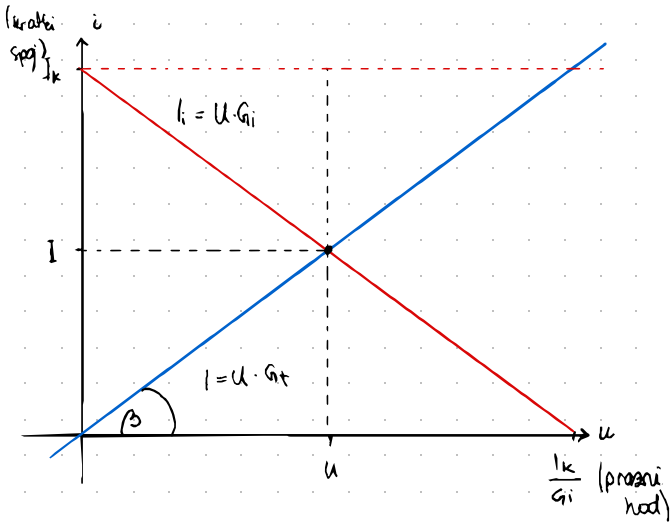
$G_t = 0$; $R = \infty \Rightarrow$ PRAZNI HOD

$$I_{ab} = I_k \cdot \frac{G_t}{G_i + G_t} = \underline{\underline{0}}$$

$$U_{ab} = \frac{I_k}{G_i + G_t} = \underline{\underline{\frac{I_k}{G_i}}}$$

očekivano nema struje na skrajima
napon u potpunosti onisi o unutarnjoj vodljivosti, tj. unutarnjem otporu

Realni strujni izvor:



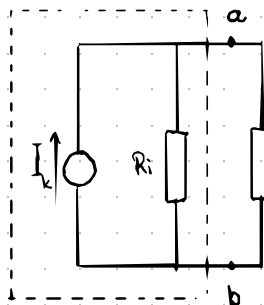
Prazni hod:

$$R_t = \infty, I = 0$$

Kratki spoj:

$$R_t = 0, I = I_k$$

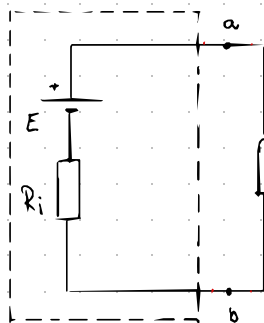
Transformacija realnih izvora



→ realni strujni izvor

→ struja na priključcima strujnog izvora jednaka je struji idealnog izvora umanjenoj za iznos koji teče kroz unutarnji otpor izvora:

$$I_{ab} = I_k - I_i = I_k - U \cdot G_i$$



→ realni naponski izvor

→ napon na priključcima realnog naponskog izvora jednak je naponu idealnog naponskog izvora umanjenom za pad napona na unutarnjem otporu

$$U = U_{ab} = E - I \cdot R_i$$

→ješavanje jednačine:

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

I_k = konstanta koja ovisi samo o parametrima izvora

$$\rightarrow I = I_k - \frac{U}{R_i} = I_k - U \cdot G_i$$

ako je ovaj realni naponski izvor gleda kao zatvorenu kutiju sa priključcima,
→ on se ponaša jednako kao strujni izvor

! Svaki realni naponski izvor može se transformirati u realni strujni izvor i obrnuto, a da se vrijedi u ostalom mreže ne primjenjuje.

Pravila:

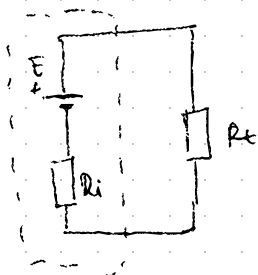
• R_i dva izvora su ekvivalentna

• unutarnja struja realnog strujnog izvora $\rightarrow I_k = \frac{E}{R_i}$

• unutarnji napon real. napon. izvora $\rightarrow E = I_k \cdot R_i$

Zadatok:

- a) Transformujte realni napomki izvor na karakteristikama $E=20V$, $R_i=5\Omega$ u realni strujini izvor.
- b) Na dva izvora priključite terasilo od 15Ω te potom za dva slučaja izračunajte i struju kroz to terasilo.



$$E = 20V$$

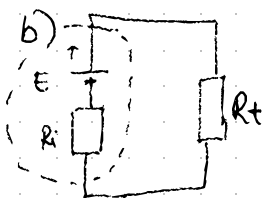
$$R_i = 5\Omega$$

$$U = U_{ab} = E - I \cdot R_i / R_i$$

$$\frac{U}{R_i} = \frac{E}{R_i} - I \rightarrow I = \frac{E}{R_i} - \frac{U}{R_i} \rightarrow I_k$$

$$I_k = \frac{20V}{5\Omega} = \underline{\underline{4A}}$$

$$I = I_k - U \cdot G_i$$



$$R_t = 15\Omega$$

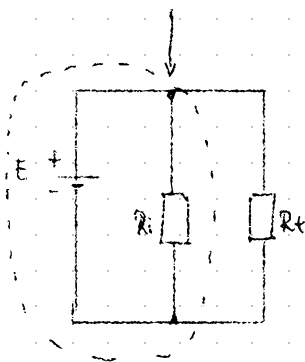
$$\text{napomki: } I_{ab} = \frac{E}{R_i + R_t} = \frac{20V}{(5+15)\Omega} = \underline{\underline{1A}}$$

$$U_{ab} = \frac{E \cdot R_t}{R_i + R_t} = \frac{20 \cdot 15}{20} = \underline{\underline{15V}}$$

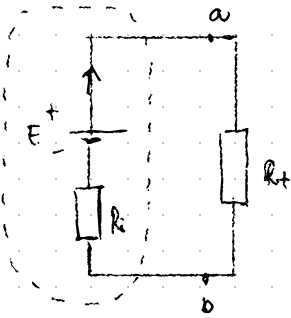
$$\text{strujini: } I_{ab} = I_k \cdot \frac{G_t}{G_i + G_t} = 4A \cdot \frac{\frac{1}{15}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{15}} = 4A \cdot \frac{\frac{1}{15}}{\frac{4}{15}} = \underline{\underline{1A}}$$

$$I_{ab} = \underline{\underline{1A}}$$

$$U_{ab} = I_k \cdot \frac{R_t \cdot R_i}{R_i + R_t} = 4A \cdot \frac{5 \cdot 15}{20} = \underline{\underline{15V}}$$



ZADATAK: Unutarnji napon ^{napomnog} izvora je $E = 30V$. Kad se izvor priključi na trošilo otpora R , struja u krugu je $I = 3A$, a napon na otvorenom izvoru $U = 18V$. Odredite R_t i R_i .



napomni:

$$U_{ab} = I \cdot R_t = \frac{E \cdot R_t}{R_i + R_t}$$

$$+ U_{ab} = \frac{E}{R_i}$$

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

$$I_{ab} = 3A$$

$$U_{ab} = 18V$$

→

$$3 = \frac{E}{R_i + R_t} \rightarrow U_{ab} = I \cdot R_t$$

$$18 = 3 \cdot R_t \rightarrow \underline{R_t = 6\Omega}$$

$$3 = \frac{30V}{R_i + 6\Omega} \rightarrow R_i + 6\Omega = 10\Omega$$

$$\underline{R_i = 4\Omega}$$