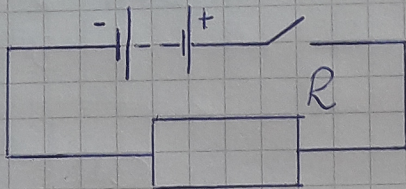


ALALISVOOLAHELAD

§1. Elektriahelate ja elektriskeemide elemendid

Elektriahel : allikas, tarbija, lüliti, juhtmed



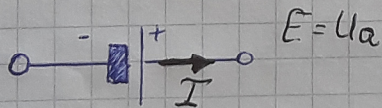
Juhtmed : energia ülekandeseadmed (liinid)

Tarbijad : seadmed, milles elektrienergia suunatakse teiseks energialüükideks.

Elektriallikas : mingi energia lüük muundatakse elektrienergiaks.

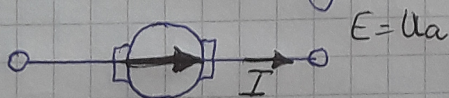
Elektriallikate tüübid ja tingmärgid.

1) galvaanielemendid ja akud

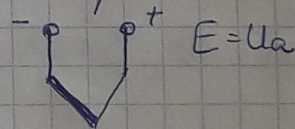


U_a - allika rüüpinge ehk E - elektromotoorjõud

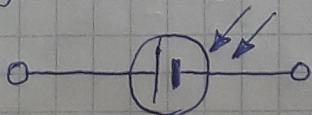
2) alalisvoolu generaatorid



3) termopaarid



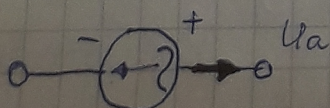
4) fotoelemendid

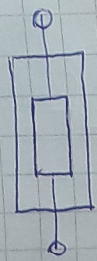


5) alalisvoolu allikas

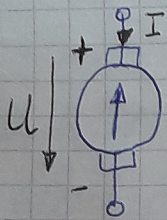


6) vahelduvvoolu allikas

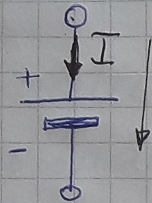




- elektrilahi



- asünkroonmootor



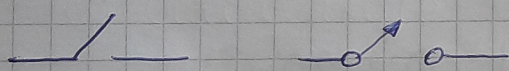
- aku laadimisprotsessis.



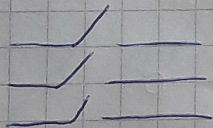
- takisti

TARBIJAD

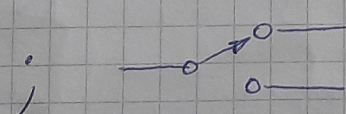
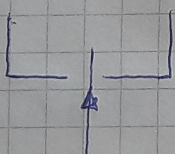
Lülitid ehk kommutatsiooniparaaadid



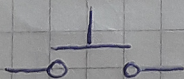
lüliti sulgur kontakt



- kolmefaasiline lüliti



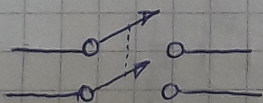
kahepositsiooniline lüliti



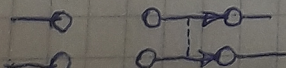
- sulguva kontaktiga lüliti



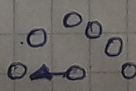
- avaneva kontaktiga lüliti



- kahepooluseline lüliti



ümberlüliti



kolmepositsiooniline ümberlüliti

§2. Elektri ahelate aseskeemid.

IDEAALNE PINGEALLIKAS

Selline allikas, mille sisepinge on võrdne nulliga
 $r_{\text{ise}} \approx 0$

Antud allika pinge klemmidel on võrdne allika elektromotoorjõuga (e.m.j): $U_{\text{klemm}} = \mathcal{E}$

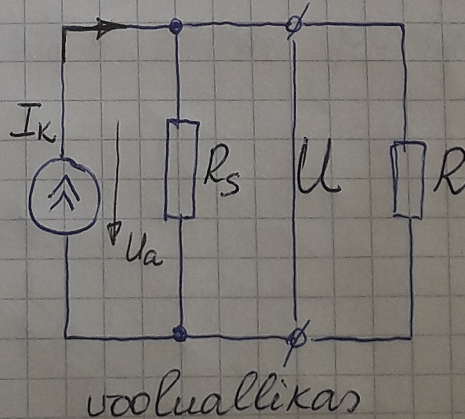
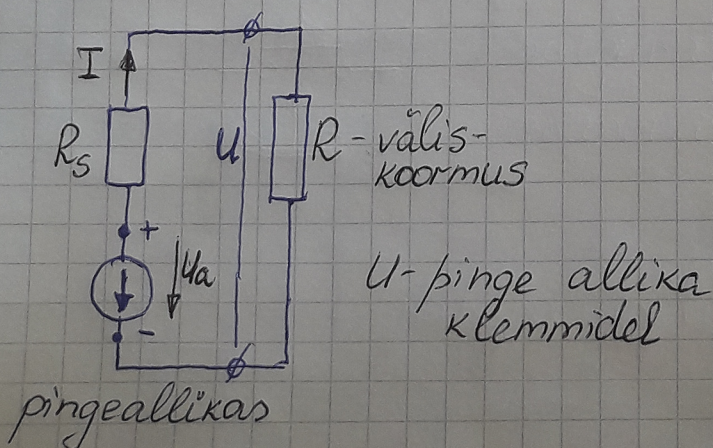
Pinge allika klemmidel sõltub koormusvoolust. Kui vümane (I) kasvab, siis U_{klemm} väheneb.

Voolu kasvu võib tagada allika võimsuse muutumisega (nt. võib vahetada takisti jt). Mida suurem I , seda rohkem on pingelang allika sisetakisti peale, seda väiksem on pinge allika klemmidel.

IDEAALNE VOOLUALLIKAS

Antud allika sisetakistus võrreldes teiste ahela elementidega on lõpmata suur: $r_{\text{ise}} \rightarrow \infty$

REAALSED PINGE- JA VOOLUALLIKAD SKEEMIS



Vaadates neid skeemi on aru saada, et

$$U_{\text{KLENN}} = U_A - U_S = U_A - R_S I \quad (1)$$

$\downarrow$ $\downarrow$
 $\mathcal{E}(\text{e.m.f.})$ pinge
 sisetakistipeal

1) kui $R_S \rightarrow 0$ (ideaalne pingallikas), siis valem (1) põhjal $U_{\text{KLENN}} = U_A = \mathcal{E}$; $I = 0A$

Antud režiimi nim. **tühijooksu režiimiks**.
 Väliskoormus $R \gg R_S$ (R on palju suurem allika sisetakistusest).

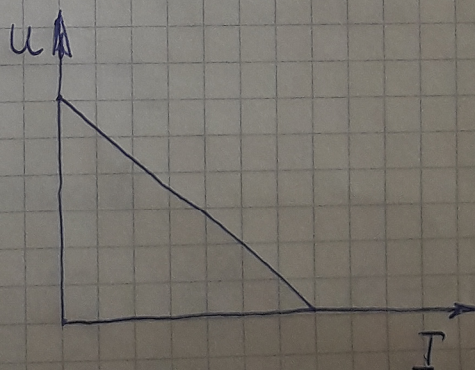
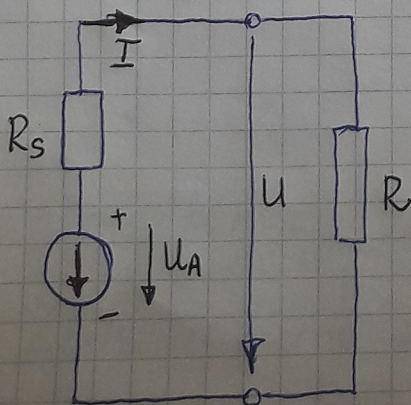
2) kui $R = 0$ (väliskoormus on võrdne nulliga), $R_S \rightarrow \infty$. Kogu vool allikast läbib tema sisetakistust, ehk

$$I_{\text{allikas}} = I_K = \frac{U}{R_S}, \text{ kus } I_K - \text{lühisvool}$$

Sellist režiimi nim. **lühisvoolu režiimiks**.
 Sellist režiimi ei tohiks olla!

§3. Võimsus elektriahelas

Olgu on antud skeem ning allika väljund- ehk voltamperkarakteristik ehk pinge-voolu tunnusjoon



Tarbija R võimsus on avaldatav järgmiselt:

$$P_{\text{tarb}} = I^2 R = \left(\frac{U_A}{R_s + R} \right)^2 \cdot R$$

Ohmi seadus kogu ahela kohta

Elektrilise võimsus on avaldatav järgmiselt:

$$P_{\text{allikas}} = P_{\text{tarb}} + P_{\text{sis}} = I^2 R + I^2 R_s = I^2 (R + R_s) =$$

↑
võimsus
sisetarkisti peal

$$= \frac{U_A^2 (R + R_s)}{(R_s + R)^2} = \frac{U_A^2}{R_s + R}$$

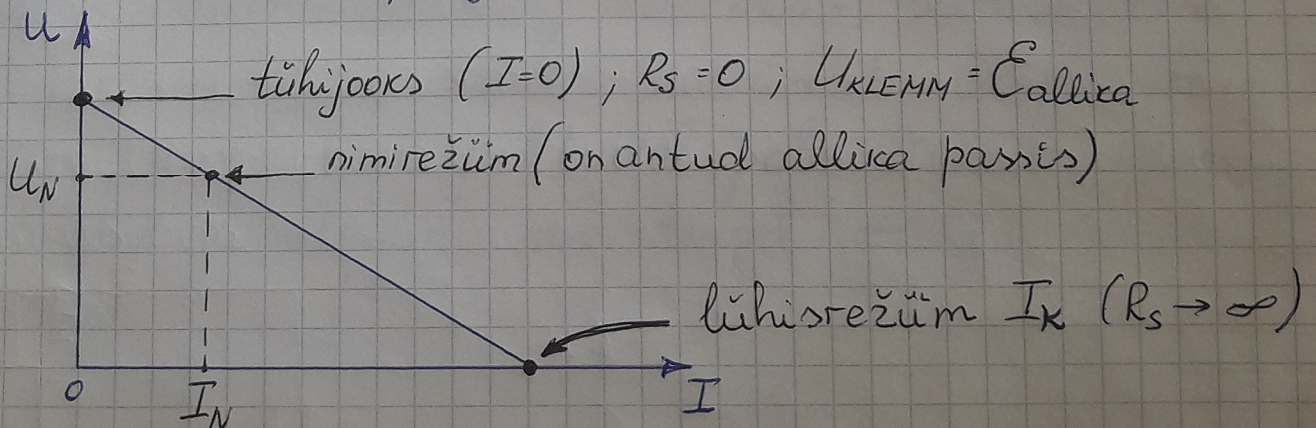
Allika kasutegur (η) on avaldatav järgmiselt:

$$\eta = \frac{P_{\text{kasulik}}}{P_{\text{kaotatud}}} = \frac{P_{\text{tarb}}}{P_{\text{allikas}}} = \frac{U_A^2 R \cdot (R_s + R)}{(R_s + R)^2 \cdot U_A^2} = \frac{R}{R_s + R}$$

Jagame võrrandi parem pool tarkistusega R :

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{R_s}{R}} \quad (2)$$

Antud allika pingevoolu karakteristik:



U_N - nimipinge; I_N - nimivool

1) Lühisrežiimi korral $I_K = \frac{U_A}{R_s}$; $R \rightarrow 0$
allika võimsus $P_{\text{allikas}} \rightarrow \infty$ (on lõpmata suur),

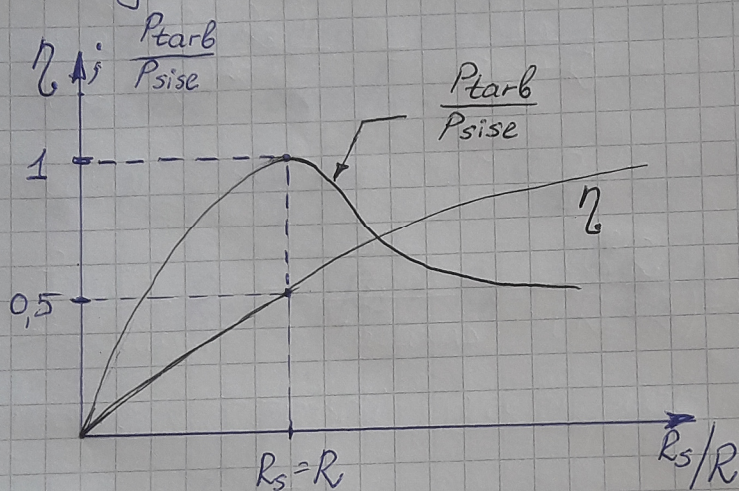
soojus eraldub allika sees, ta soojeneb.

- 2) kui väliskoormus ja sisetakistus on võrdsed
 $R_s = R$ (asendame võrrandi (2) sisse), siis
 $\eta = 0,5$. See on sobitatud režiim.

$$P_{\text{tarb}} = \frac{U^2}{4R^2} \cdot R = \frac{U^2}{4R} \quad - \text{suurim võimsus}$$

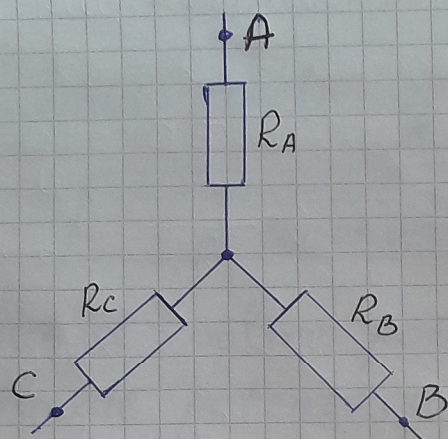
$$P_{\text{allikas}} = \frac{U^2}{2R}$$

Kasuteguri sõltuvus $\frac{R_s}{R}$ -st on toodud joonisel



Sobitatud koormust kasutatakse n.r. nõrgavoolu tehnikas (automaatika-, mõõtmis-, sideseadmetes jt) eesmärgiga saada suurimat võimsust tarbijas, kuna neil juhtudel pole väikese võimsuse tõttu kasuteguri väärtusel erilist tähtsust.

§ 4. Takistite ühendusiisid Ekvivalenttakistuse leidmine.

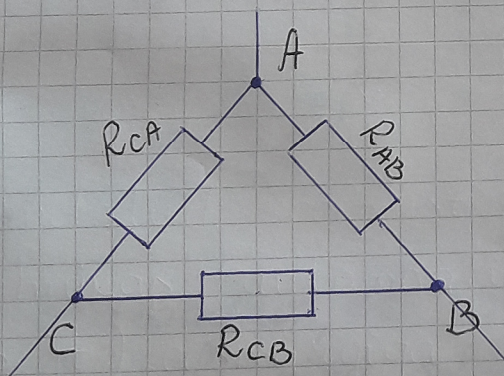


Tähtlülitus

Valemid kuidas tähtkujuülitusest kolmnurk-
ülituse saada:

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A \cdot R_B}{R_C} \quad ; \quad R_{BC} = R_B + R_C + \frac{R_B \cdot R_C}{R_A}$$

$$R_{CA} = R_C + R_A + \frac{R_C \cdot R_A}{R_B}$$



Kolmnurkülitus

Valemid kuidas kolmnurkülitusest tähtülituse
saada:

$$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_B = \frac{R_{BC} \cdot R_{AB}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_C = \frac{R_{CA} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

Ekvivalenttakistuse arvutamise meetodika

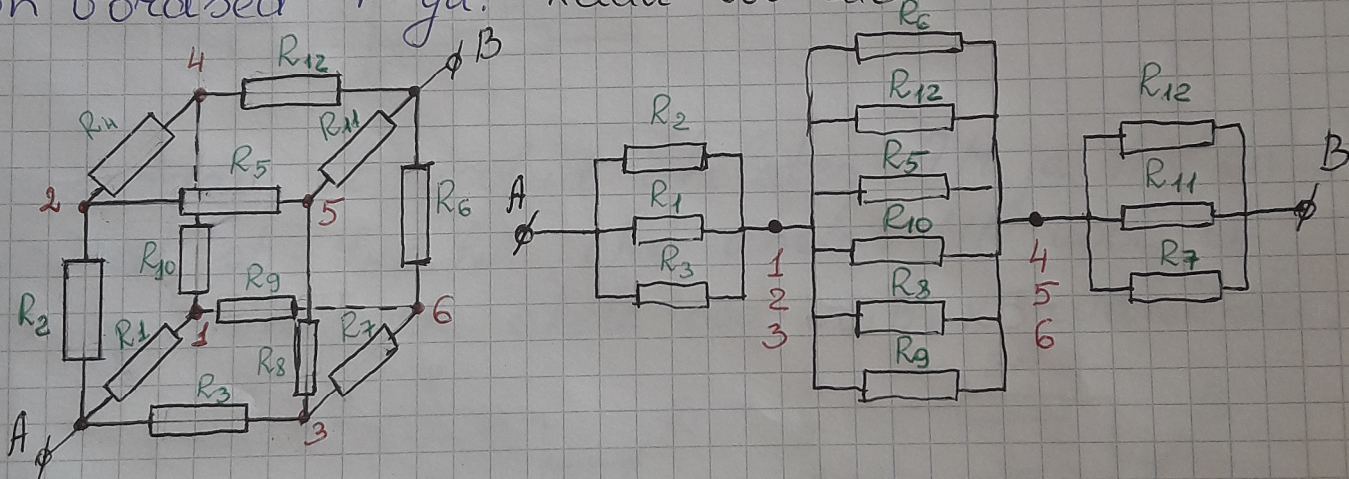
Ekvipotentsiaalsed sõlmed.

Erinevad ahela sõlmed võib vaadelda ühe sõlmena.

mis omavad võrdsed potentsiaalid

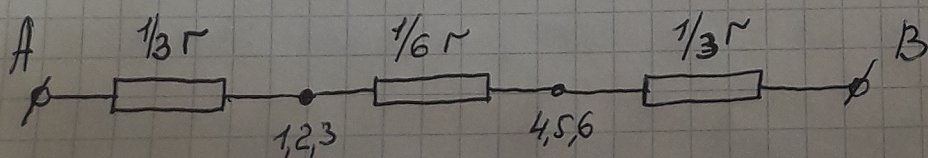
Saadud sõlme potentsiaal on võrdne lähte sõlmede potentsiaalide summaga.

Ül 1 leida joonisel toodud ahela ekvivalenttakistus, kui kõikide takistuse väärtused on võrdsed r -ga. leida sõlmede AB suhtes.



On arusaadav, et sõlmed 1, 2, 3 omavad võrdse potentsiaali ning sõlmed 4, 5, 6 omavad ka võrdse potentsiaali. Lähtuvalt sümmeetriast, neid saab nendest saab moodustada kahte sõlme.

Võimase skeemi on lihtne lihtsustada.

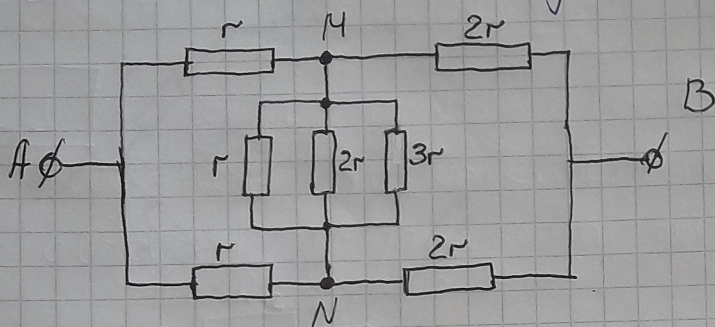


$$R_{\text{ekv}} = \frac{5}{6} r$$

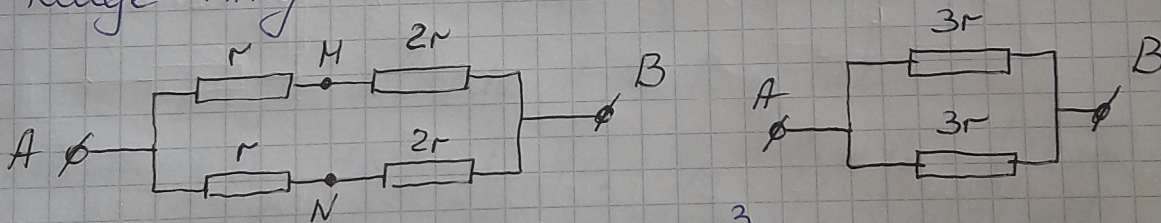
Ahela osade kõrvaldamine.

Kui ahela osa asub kahe võrdse potentsiaali-
dega sõlmede vahel, teda võib ahelast kõrval-
dada, sest kõrvaldatud ahela osas vool ei
kulgenud.

Üe2 Leida joonisel toodud ahelas ekvivalent-
takistus sõlmede A ja B suhtes.



Aru saadav, et voolud ahelates AM ja AN on
võrdsed, st $\varphi_M = \varphi_N$, ehk ahelas MN vool ei
kulge ning seda ahela osa võib kõrvaldada.

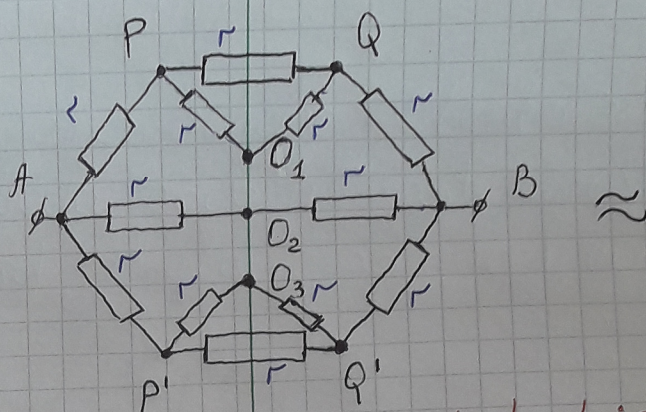
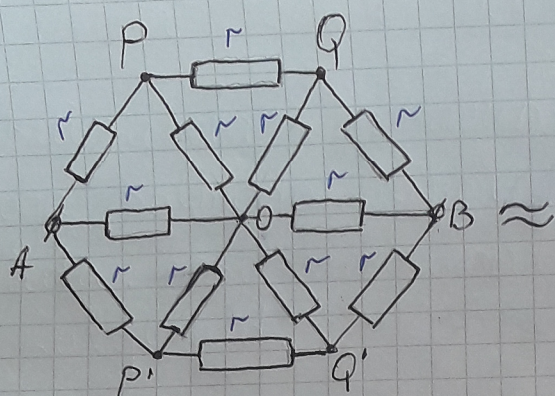


$$R_{\text{ekv}} = \frac{3}{2}r$$

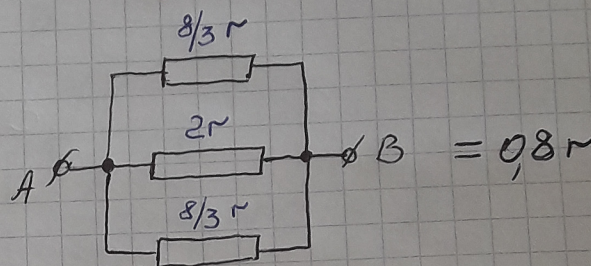
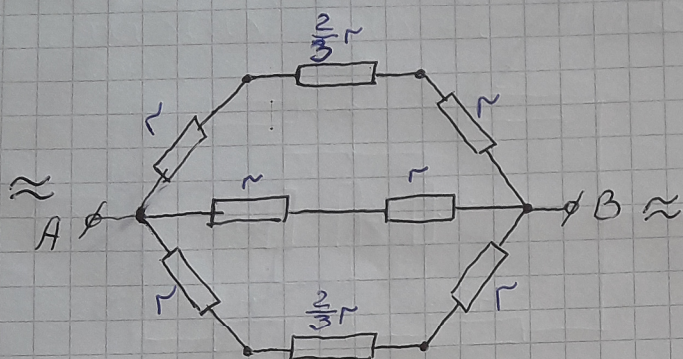
Sõlmede „paljundamise” meetod.

Kui ühe sõlme vahetame mitu ekvipotentsiaalse
sõlmede vastu, siis see ei riku ahela olemust.

Üe3 Leida joonisel toodud ahelas ekvi-
valentsakistuse väärtus sõlmede A ja B suhtes.



võrdse potentsiaali-
ga joon



$$R_{\text{ekv}} = 0,8r$$

Vahetame sõlm O kahe sõlme O_1 ja O_2 vastu.
Arusaadav, et $\varphi_{O_1} - \varphi_A = \frac{1}{2} U_{AB}$, kus

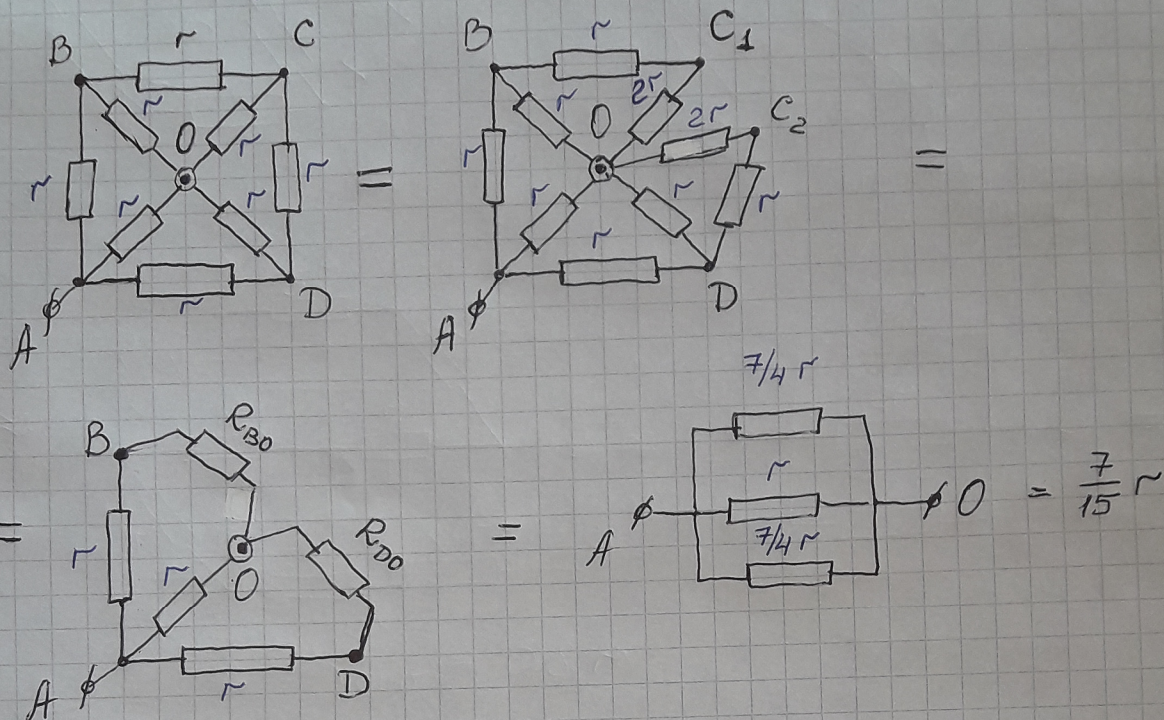
U_{AB} - pinge sõlmede A ja B vahel

Sümmeetria tõttu: $\varphi_{O_1} - \varphi_A = \varphi_{O_3} - \varphi_A = \frac{1}{2} U_{AB}$, ehk
sõlmed O_1, O_2, O_3 on ekvipotentsiaalsed.

Takistid ahelates PO_1 ja O_1Q on ühendatud jada-
misi, seega nende takistus on võrdne $2r$. Viimane
on ühendatud takistiga ahelas PQ rööbiti. Seega
kogutakistus on võrdne $\frac{2}{3}r$.

Ahela "hargnemise" meetod

- Üle 4 leida ahela kogutakistus R_{ekv} sõlmede A ja O suhtes.



Vahetame haru OC kahe omavahel rööbiti ühendatud harude vastu, mille takistused on võrdne $2r$. Seejärel paljundame sõlm C kaheks sõlmeks C_1 ja C_2 , mille potentsiaalid on võrdsed (see on tingitud sümmeetriaga).

Takistused harudes BC_1 (r) ja OC_1 ($2r$) on ühendatud jadamisi. Nende kogutakistus on võrdne $3r$. Viimane on ühendatud takistiga

r (harus BO) rööbiti. Seega $R_{BO} = \frac{3}{4} r = R_{DO}$. Takistus r (harus AB) on ühendatud takistiga R_{BO} jadamisi, seega nende kogutakistus on võrdne $\frac{7}{4} r$.

Seega koguahela $R_{\text{ekv}} = \frac{7}{15} r$