

Elektriahelad

Kirchoffi seadused

Elektriskeemide analüüsimisel on fundamentaalse tähtsusega Kirchoffi seadused.

Kirchoffi I seadus: sõlme koonduvate voolude algebraline summa on null. See on ka ilmne, sest muidu hakkaks sõlme kogunema laeng $\Delta q = I\Delta t$, mis viiks ahela statsionaarsest režiimist välja. Kui ahelas on N sõlme, siis Kirchoffi I seaduse alusel saab koostada $N - 1$ sõltumatut võrrandit.

Kirchoffi II seadus: elektromotoorjõudude ja pingelangude algebraline summa piki elektriahela mistahes suletud kontuuri on võrdne nulliga. Väide tuleneb asjaolust, et ringliikumisel piki kontuuri jõuame sama potentsiaaliga punkti tagasi — pingelangudel laengukandja potentsiaalne energia kahaneb (muundub Joule'i soojuseks), elektromotoorjõudude läbimisel aga kasvab (kõrvaljõudude poolt tehtava töö toime). Kirchoffi II seaduse alusel saab kirja panna niipalju võrrandeid, kuipalju on vooluringis sõltumatuid kontuure.

Siinjuures voolutugevused, pinged, potentsiaalid ja elektromotoorjõud on algebralised suurused. Kui näiteks mingis ahelahas tuleb voolutugevus negatiivne, siis see tähendab, et tema suund on vastupidine esialgselt postuleeritud suunale.

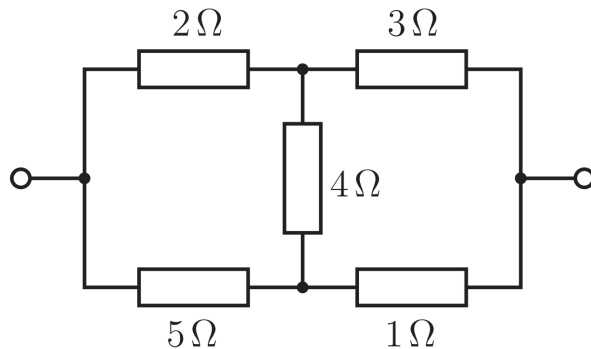
Järgnevad kaks meetodit võimaldavad Kirchoffi seadusi metoodiliselt rakendada.

Potentsiaalide meetod: Vaatleme vooluringi sõlmede potentsiaale (mingi vabalt valitava sõlme suhtes) kui otsitavaid tundmatuid suurusi. Sellega on Kirchoffi II seadus automaatselt täidetud. Nüüd saame iga sõlme jaoks üles kirjutada Kirchoffi I seaduse, arvutades pinged harudes kui naabersõlmede potentsiaalide vahed.

Kontuurvoolude meetod: Selle meetodi puhul võetakse otsitavateks suurusteks kontuurvoolud, st tegelikke voolusid vooluringi harudes, mis on ühised kahele või enamale kontuurile, vaadeldakse kui vastavate kontuurvoolude algebralisi summasid (iga kontuuri jaoks tuleb postuleerida voolu ümberkäigu suund). Sel viisil on Kirchoffi I seadus automaatselt täidetud. Nüüd saame vooluringi kõikide sõltumatute kontuuride jaoks välja kirjutada Kirchoffi II seaduse.

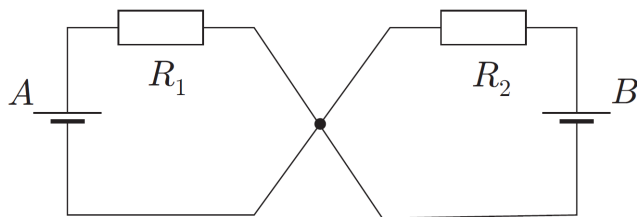
Ülesanded

1. Leidke joonisel kujutatud ahela kogutakistus nii potentsiaalide kui ka kontuurvoolude meetodiga.



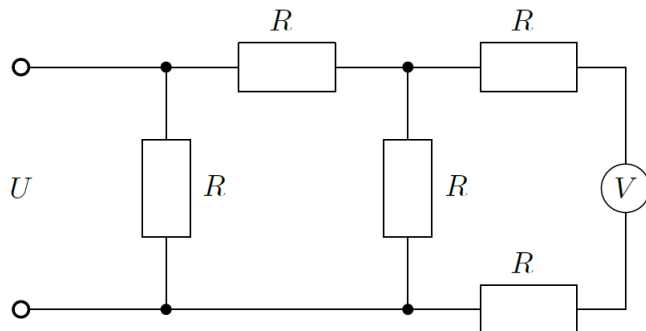
2. Kui suur on voolutugevuste suhe joonisel näidatud takistites, kui pinge vooluallika B klemmidel on kaks korda suurem kui pinge vooluallika A klemmidel? Takistite takistused on $R_2 = 2R_1$.

2007. a. lõppvoor, põhikool



3. Kui suur on voltmeetri näit kui voltmeeter on ideaalne?

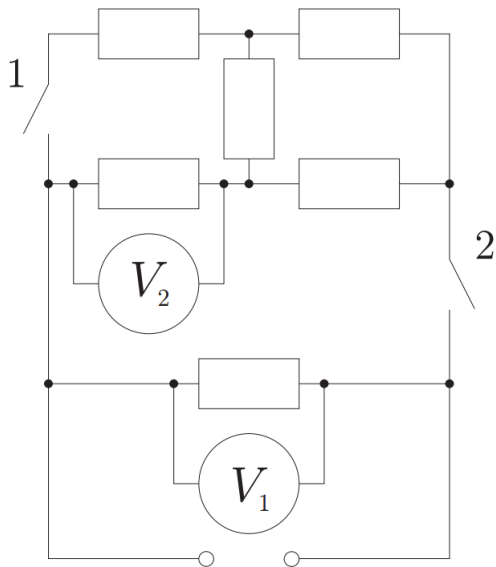
2010. a. lõppvoor, põhikool



4. Alalispinge allikaga ühendatakse 6 ühesugust takistit ja 2 ideaalset voltmetrit nii, nagu joonisel näidatud. Alguses on mõlemad lülitid lahti ühendatud ning voltmeeter V_1 näitab pinget 10 V. Millist pinget näitavad mõlemad voltmeetrid, kui

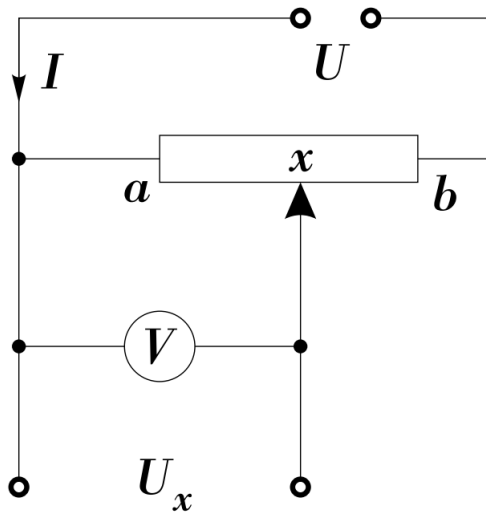
- 1) Lühistada ainult lülitit 1?
- 2) Lühistada ainult lülitit 2?
- 3) Lühistada mõlemad lülitid?

2005. a. lahtine, noorem rühm



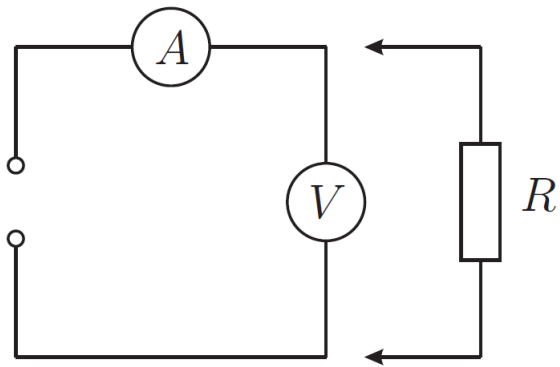
5. Reostaati, mis on ühendatud vastavalt joonisel toodud skeemile, nimetatakse potentsiomeetriks (pingejagajaks). Liugkontakti nihkumisel pinge U_x muutub nullist kuni vooluallika pingeni U . Leida pinge U_x sõltuvus liugkontakti asukohast. Joonestada selle sõltuvuse graafik, kui potentsiomeetri kogutakistus R_0 on voltmeetri takistusest r palju väiksem.

2000. a. lahtine, noorem rühm

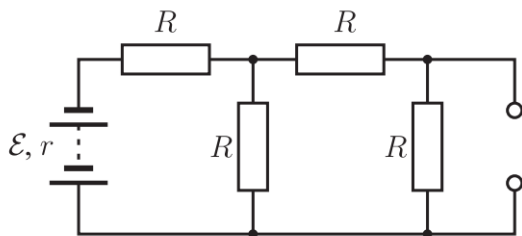
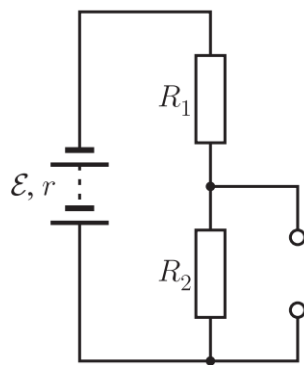


6. Vooluringis on ampermeeter ja voltmeeter ühendatud jadamisi. Klemmidele on rakendatud pinge 9 V. Kui voltmeetriga ühendada rööbiti takisti R , väheneb voltmeetri näit kaks korda, ampermeetri näit aga suureneb kaks korda. Kui suurt pinget näitas voltmeeter enne ja pärast takisti ühendamist?

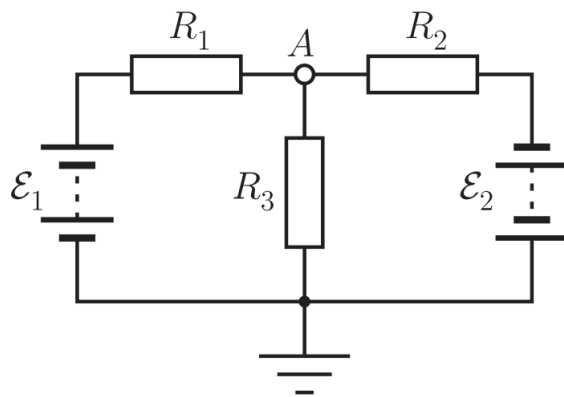
2006. a. lõppvoor, põhikool



7. Milline on maksimaalne võimsus, mida saab tarbida joonisel toodud elektriahelate väljundklemmidelt?



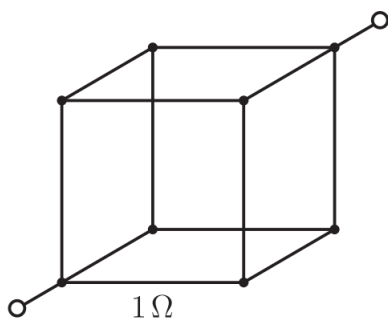
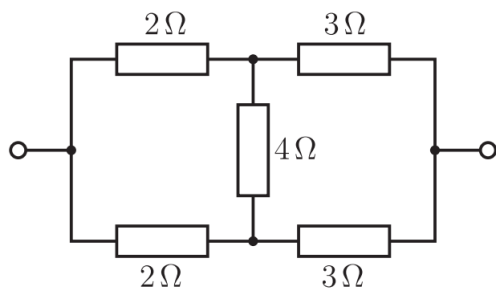
8. Milline on sõlme A potentsiaal joonisel kujutatud elektriskeemis?



Spetsiaalvõtted

Sümmeetria. Mõnikord on võimalik sümmeetriakaalutluste põhjal otsustada, kuidas on omavahel seotud ahela sümmeetriliste sõlmede potentsiaalid või sümmeetriliste harude pinged-voolud. Need sõlmed, mille potentsiaalid on võrdsed, võib omavahel lühistada (elektriskeemi lihtsustamise eesmärgil) ilma et ahela elektriline funktsionaalsus muutuks.

9. Leidke joonistel kujutatud ahelate takistused.



Lõpmatud perioodilised ahelad. Lõpmatute perioodilise struktuuriga ahelate korral uhe lüli lisamine või ärajätmine ei muuda ahela kogutakistust, järelikult saame ahela takistuse R esitada kui kombinatsiooni R -st ja üksiku lüli takistusest ja seejärel saadud seosest avaldada otsitava R .

10. Leidke joonisel kujutatud lõputu ahela takistus.

