

# Mõõtmisest algajale elektroonikule

## Sissejuhatus



Mõõtmiseks nimetatakse tundmatu suuruse võrdlemist teise, kindlaksmääratud suurusega (näiteks pikkuse mõõtmisel võrdleme lauajupi pikkust mõõdulindi pikkusega. Elektrilises maailmas toimub samuti võrdlusprotsess, seal võrreldakse mõõdetavat suurust, näiteks pinget etteantud tugipingega (etaloniga). Mõõtmise põhiülesanne on võimalikult täpselt teada saada mõõtesuurus (mõõtetulemuse tegelik väärtus). Praktikas tähendab täpsuse suurendamine eelkõige kallimate mõõteriistade soetamist. Kuid kohe tekib küsimus, kas seda on vaja? Mõnikord küll (näiteks teadusuuringutel, täpsemate mõõtevahendite kalibreerimisel). Igapäevastel lihtsamate mõõtmiste sooritamisel on palju olulisem mõista mõõtevea olemust ja võimalikke tekkimiskohti. Üheks tähtsamaks võib nendest lugeda mõõteriista ja mõõdetava objekti ühendamist. Põhjus on selles, et

**iga mõõteriist koormab mõõteobjekti ja tänu sellele võib töörežiim muutuda. Samuti tuleb pärast iga mõõtmist kriitiliselt hinnata mõõtetulemust.** Kui tester näitab elektrivõrgu pingeks 462 V ja samas elektriseadmed toimivad normaalselt, on kas mõõteriistaga või mõõtemetodiga midagi korrast ära.

Alljärgnevalt toon ära mõnede elektriliste suuruste mõõtmistehnikad ja ka näited multimeetri kasutamisest. Näited on toodud laialt levinud odava multimeetri M830 eeskujul. Lõpus on lühikirjeldus, kuidas kasutada analoogmultimeetrit AVM360.

## Digitester M830 ja selle modifikatsioonid.

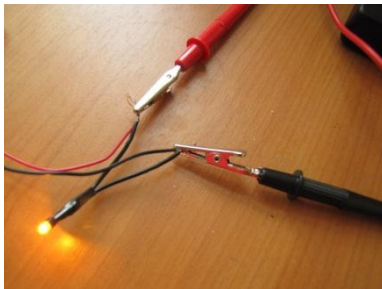


Multimeetrite seeria M830 kuulub odavamate sarja, kuid sellegipoolest on sellel algaja elektrooniku jaoks põhilised mõõtefunktsioonid olemas: alalispinge, vahelduvpinge, alalisvool, takistus, diodi test ja transistori test (seda ei soovitata suure ebatäpsuse tõttu kasutada).

**Multimeetri töörežiime vahetatakse ketaslülitiga ja tuleb veenduda enne igat mõõtmist, et lüliti on õiges asendis. Pärast mõõtmist tuleb multimeetri toide alati välja lülitada, sest puudub automaatväljalülitus ja patarei saab tühjaks.**

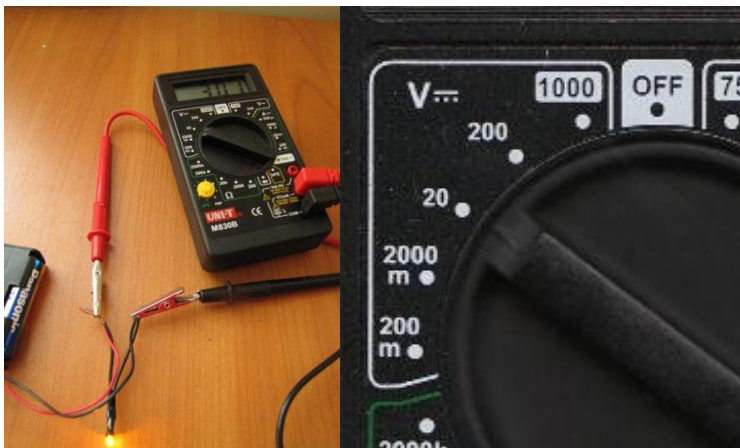
## Pinge mõõtmine

Pingeks nimetatakse potentsiaalide vahet, ehk see tähendab seda, et pinge esineb alati kahe punkti vahel. Üksiku punkti pinget ei ole olemas. Pinget mõõdetakse **voltmeetriga**. Ideaalse voltmeetri sisetakistus on lõpmatult suur, et teda läbiv vool on tühine ja seetõttu on ka mõõtetulemus õige.



Voltmeeter ühendatakse mõõdetavasse ahelasse **paralleelselt**. Enamasti on skeemis antud ka üks üldjuhe ehk maa, mille suhtes skeemis pingeid mõõdetakse. Reeglina võetakse maa nullpingeks ja temaga ühendatakse voltmeetri miinusklenn.

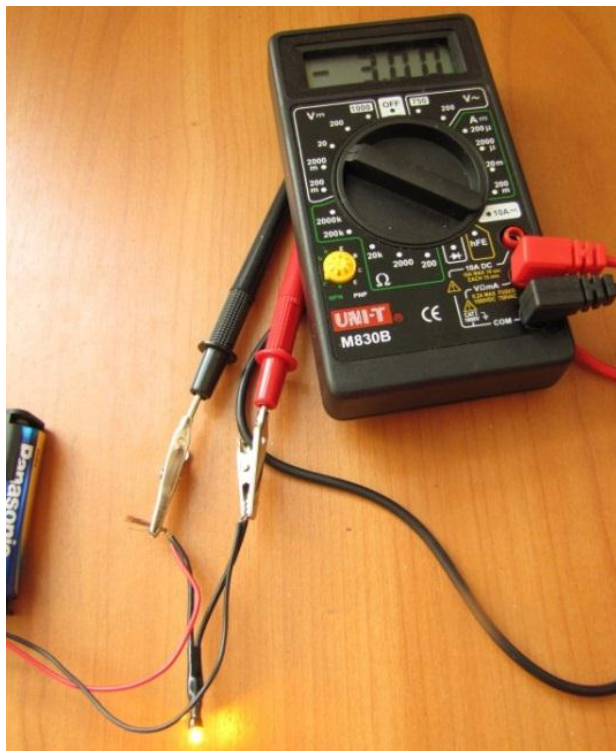
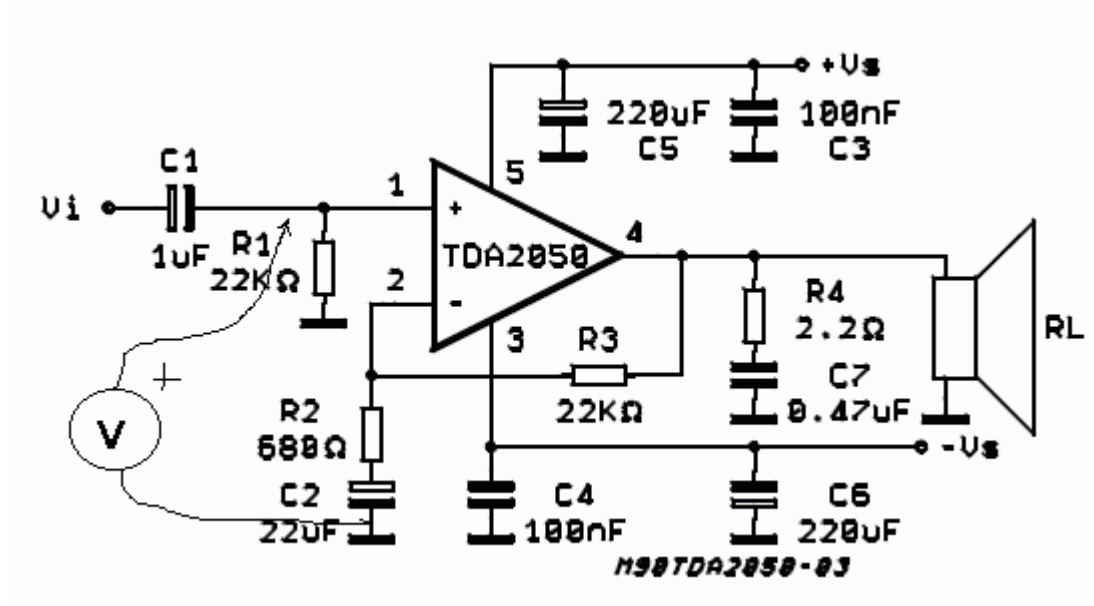
Tähtis on ka mis liigilist pinget mõõdame, kas vahelduv- või alalispinget. Multimeetri kasutamisel voltmeetrina tuleb tundmatu ahela puhul alustada pinge mõõtmisega kõige kõrgemalt piirkonnalt. Vastasel juhul võib juhtuda, et mõõdetavas ahelas on pinge, mis võib vastava nõrga piirkonna ära rikkuda. Kui on vaja mõõta pinget kahe punkti vahel, mis kumbki pole maandatud (ja mõõtur on mingil põhjusel maandatud), saab seda teha nii, et mõõdetakse ära mõlemate punktide pinged maa suhtes ning arvutatakse välja nende vahe.



Multimeetril M830 tuleb pinge mõõtmisel viia ketaslüliti asendisse V= ja valida vastav piirkond. Kui on tegemist madalpingeseadmega, siis soovitatakse alustada piirkonnalt 200 V. Vajadusel piirkonda kas üles või alla nihutada. Kui ette tuleb number 1, siis järelikult on pinge vastava piirkonna jaoks liiga suur ja tuleb suurendada piirkonda.

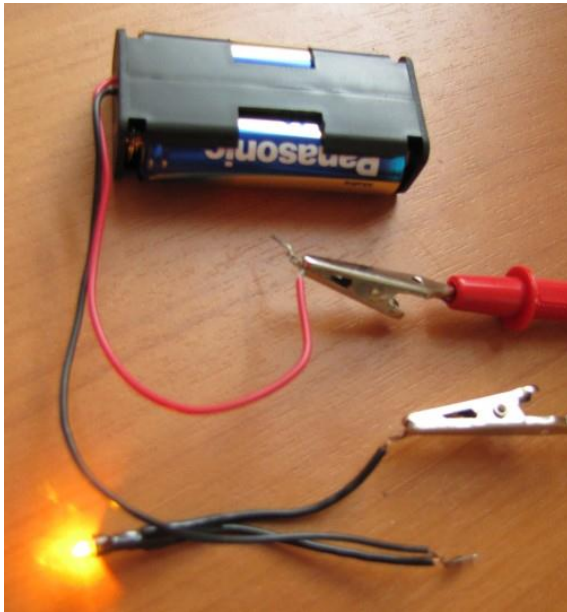
Liiga väikse näidu korral on soovitatav valida väiksem mõõtepiirkond.

Näide pingemõõtmisest takistil R1 ja võimendi sisendis.



**Tähtis on ka mõõtetulemuse märk.** Pinge võib olla positiivne või negatiivne. Kui ühendada voltmeeter külge teistpidi, siis näitab see pinget vastandväärtusega (3 voldi asemel -3 volti). Kui multimeeter alalispinge mõõtmisel tundmatus ahelas näitab kahtlaselt liiga vähe, siis võib oletada, et selles ahelas eksisteerib vahelduvpinge. Selle mõõtmiseks tuleb valida multimeetril piirkond  $V\sim$ . Olgu siinkohal märkusena lisatud, et M830 ei sobi halva skeemilahenduse tõttu alla 10V vahelduvpinge mõõtmiseks.

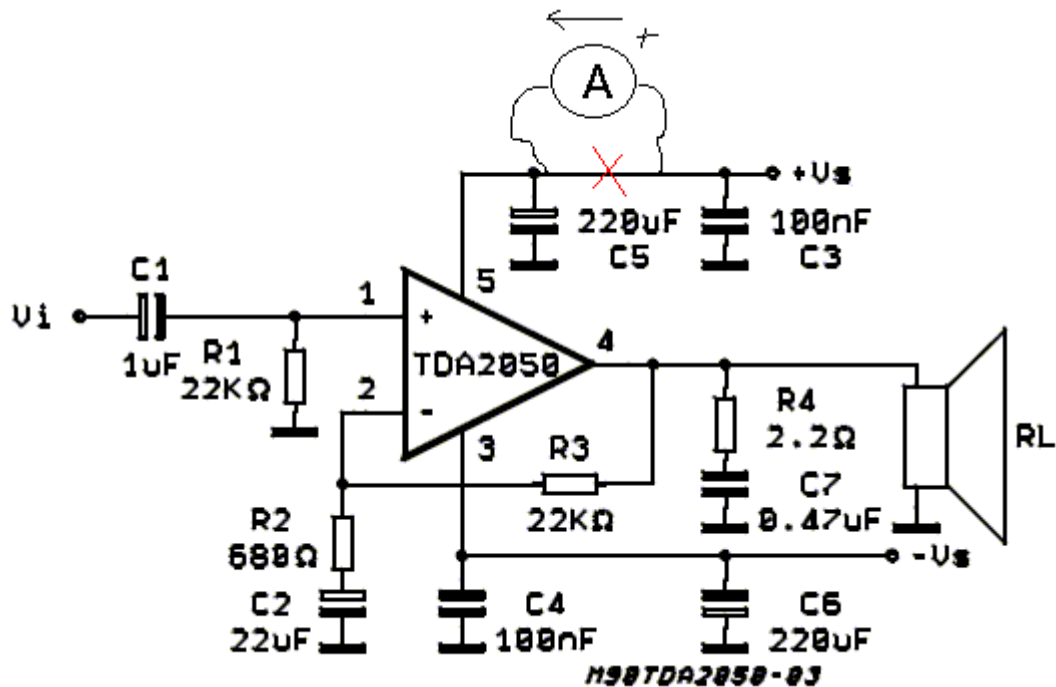
## Voolu mõõtmine

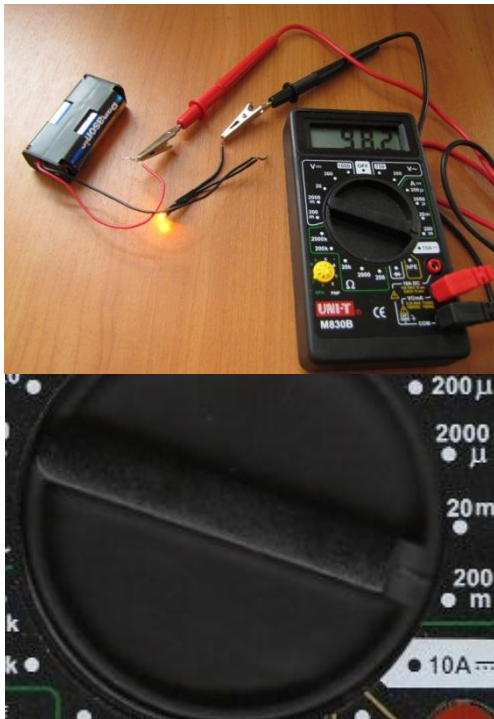


Elektrivoolu põhjustab laetud osakeste liikumine. Voolutugevust mõõdetakse amprites ja mõõdetakse ampermeetriga. Voolul on alati olemas suund. Voolu mõõtmiseks ühendatakse ampermeeter järjestikku ahelasse. Ideaalsel ampermeetril on lõpmatult väike sisetakistus, et temal ei teki arvestatavat pingelangu. Kokkuleppeline voolu suund on positiivselt pooluselt negatiivsele. Seoses sellega jookseb voolu mõõtmisel multimeetrit kasutades vool kokkuleppeliselt sisse + klemmist ja välja üldklemmist (COM). Sarnaselt pinge mõõtmisega tuleb ka voolu mõõtmist alustada kõige suuremalt piirkonnalt, vastasel juhul võime mõõteriista ära rikkuda. Ampermeetri ühendamiseks on vaja ahel

ära katkestada (juhul, kui ei kasutata ampertange).

**Näide võimendi voolutarbe mõõtmisest.**



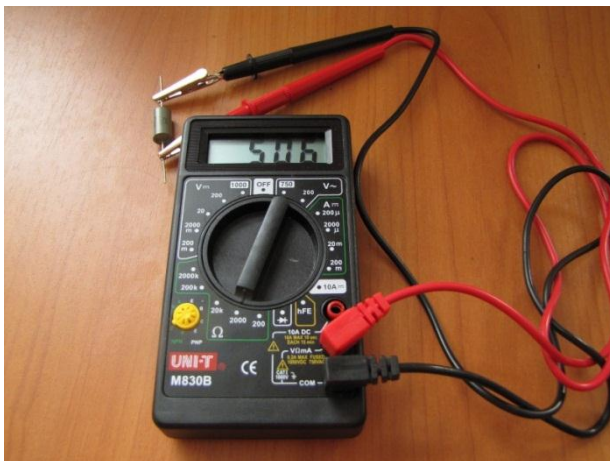


Multimeetriga M830 mõõdetakse voolu järgmiselt. Kui kasutatakse piirkonda 10 A .siis tuleb siseneva voolu juhe panna ülemisse pesa, vastasel juhul keskmisesse pesa. Väljub vool COM pesast ehk kõige alumisest. Tundmatu ahela korral on soovitatav alustada 10 A piirkonna pealt ja vajadusel vähendada seda. Kui vool on teistel piirkondadel liiga suur siis põleb läbi multimeetril sees olev sulavkaitse. 10A piirkonnal kaitse puudub, sestap võib kuskil ahelas midagi muud läbi põleda. **Nagu pinge mõõtmiselgi, on tähtis tulemuse märk.** Vool võib olla ka negatiivne. Vale märgiga tulemuse saame juhul, kui ühendame otsad valepidi.

Kui mingil põhjusel ei saa/ei tohi ahelat katkestada ja on vaja mõõta selles voolu ning ahel sisaldab aktiivtakisteid (piisab ühest) siis saab voolu määrata kaudselt. Mõõdame ära pinge takistil ja Ohmi seadusega arvutame voolu jagades voltmeetri näidu takistusega ( $I=V/R$ ).

**Tähelepanu ! Ampermeetriga (ehk multimeeter amprite piirkonnal) mitte pinget mõõta, kuna ampermeetri on ülejäänud skeemi jaoks peaaegu lühis !**

## Takistuse mõõtmine



Ahela takistus avaldub selles, palju ahel üritab takistada voolu liikumist. Takistuse mõõtühik on oom ( $\Omega$ ) Takistust saab mõõta nii, et mõõdame ahelas ära voolu ja pinge tundmatul elemendil ja arvutame välja sellest takistuse Ohmi seadusega, jagades pinge vooluga ( $R=V/I$ ). Selline meetod on püsitakistite takistuste mõõtmisel suhteliselt tülikas (kuid väga hea töörežiimides dünaamiliste ja mittelineaarsete takistuste mõõtmisel).

Püsitakistite takistuste mõõtmiseks on kõige lihtsam kasutada oommeetrit. Oommeetriefunktsioon on nagu ka amper- ja voltmeetriefunktsioon olemas igal universaalsel multimeetril. Selleks tuleb multimeetri ketaslüliti keerata asenditesse  $\Omega$  ja valida vastav piirkond, kui piirkondliiga väike, siis näitab M830 numbrit 1 .

Skeemis olevate takistite kontrolliks tuleb enne mõõtmist üks ots lahti joota või ühendada , sest mõõtetulemust võivad mõjutada takisti külge ühendatud teised elemendid. **Skeemielementide ja**

juhtmete kontrolliks tuleb skeemi toide alati välja lülitada ja samuti tühjendada suure mahtuvusega elektrolüüt-kondensaatorid.

## Mõõtmisest testriga AVM360



Kuigi kogu meie elu, sealhulgas ka mõõtmised on muutunud digitaalseks, on sageli mõõtmiseks ja eriti tulemuse hindamiseks hea kasutada just analoogmõõteriista. Miks ? On ju tänapäevased “digiriistad” tunduvalt täpsemad ja mugavamad. Põhjus peitub just pideva mõõtetulemuse jälgimise võimaluses. Sageli piisab umbkaudse mõõtetulemuse saamiseks just hetkelisest vaatamisest. Paralleeli võib tuua ka traditsiooniliste kellade kasutamises. Piisab hetkelisest pealevaatamisest ja kohe on tulemus käes. Sestap kasutataksegi

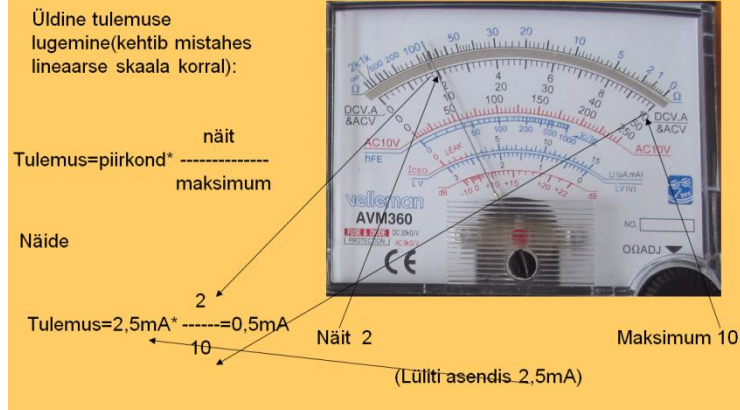
analoogmõõtevahendeid tänapäeval just seal, kus on vaja saada kiiret ja mitte eriti suure täpsusega infot. Näiteks autodes ja lennukites on ikka kasutusel (küll ka digitaalselt joonistatud) seiernäidikud. Samuti tööstuses kõikvõimalike kiirete tulemuste saamiseks. Harilikult on need näidikud optimeeritud sedasi, et normaalolekus oleks osuti keskel.

Analoogmultimeeter AVM360 võimaldab mõõta alalis- ja vahelduvpinget, alalisvoolu ning takistust. Lisaks on olemas juhtivustest ja transistoride ning diodide kontroll. Mõõtepiirkondade ja režiimide valik käib nagu ka M830 puhul käsitsi ketaslülitit keerates. Kuna mõõtmine toimub ahelas oleva energia arvelt (väljaarvatud takistus) , siis pole ohtu , et patarei tühjeneks.

## Analoogskaalalt mõõtetulemuse lugemine.

Kui digitaalne mõõteriist annab reeglina meile kohe soovitud mõõtetulemuse, siis analoogskaalal on sageli vaja tulemus ise välja arvutada. Lihtne on siis, kui mõõtepiirkond on 10 ja on olemas samuti kümneks jaotatud skaala. Paraku on mõõteriistal palju funktsioone ja kõikide piirkondade skaalale mahutamine teeks seal orienteerumise raskeks. Selletõttu kehtib üldine reegel , et **mõõtetulemuse saame, kui jagame jooksva näidu skaala lõppväärtusega ja korrutame läbi mõõtepiirkonnaga.**

## Mõõtetulemuste lugemine



### Näiteks

Mõõtepiirkond on 2.5 mA ja skaala lõpus on 10 ( üldjuhul on olemas kümne jagunev skaala)

ja mõõteriist näitab 2. Lihtne arvutus (kogemuste olemasolul ka otsene

skaalateisendus) annab meile 2.5 mA \* 2 / 10 = 0.5 mA



Digitaaliistad annavad üldjuhul tulemuste koos märgiga, sestap seal probleemi ei esine, samuti puudub see keskel nulli omavatel analoogskaaladel.

Harilikult tavatestritel on null vasakul skaala otsas ja negatiivseid väärtuseid otseselt mõõta ei saa ( osuti kaldub skaalast välja vasakule). **Selle puhul tuleb kasutada võtet, et vahetame ära polaarsuse ja jätame meelde, et tulemus on negatiivne.**

Voolu ja pinge mõõtmine käib samuti kui digitaalmõõteriista puhul, alustades kõige suuremalt piirkonnalt. Samas tuleb olla palju tähelepanelikum, sest **ülekoormuse korral võib lüüa osuti suure jõuga vastu piirajat, ning kõverduda.**

### Takistuse mõõtmise eripärad.



Takistuse mõõtmise skaala on mittelineaarne, sest tegelikult mõõdetakse juhtivust. (vool on pöördvõrdeline takistusega), seepärast ka null asub paremal . Samuti tuleb enne mõõtmist testri otsad lühistada ja vastavast nupust näit nulli keerata.

## Mis võib juhtuda ....

### Kui kasutame pingemõõtmiseks ampermeetrit.

Suure tõenäosusega läheb siiskimultimeetri sees olev kaitse läbi tekkinud suure voolu tõttu. Nõrgavooluahelates, kus lühis suurt voolu ei põhjusta, saame mõõtetulemuseks kahe punkti lühistamisel tekkiva voolu. **Kui aga ampermeeter on mõne tugevama piirkonna peal ja/või kaitset vahel ei ole, siis võivad rikneda mõõdetav skeem ise, selle toiteosa ja lisaks veel multimeeter.**

### Kui kasutame pingemõõtmiseks oomeetrit.

Kuna oomeetri mõõtepiirkonna vool on suhteliselt väike, siis võib nõrgavooluskeemide ja väikese toitepinge korral multimeeter ja mõõdetav skeem terveks jääda, kuid skeemi ja mõõteriista rikkumisoht on suhteliselt suur.

### Kui kasutame voolumõõtmiseks voltmeetrit.

Kuna voltmeetri sisetakistus on suur, siis mõõdetavas ahelas suurt voolu ei teki ja voltmeeter näitab siis katkestatud ahela pinget. Ohtlik see mõõteriistale pole, kuid teatud skeemides võib teatud ahela katkestus viia skeemi riknemiseni.

### Kui kasutame voolumõõtmiseks oomeetrit.

Sama jutt ,mis pingemõõtmisel oomeeriga.

**(c) Martin Jaanus 2004 - 2013**

**TTÜ Automaatikainstituut**