

Sähköopin kolme perussuuretta

Suure	Tunnus	Yksikkö	Yksikön lyhenne
Jännite	U	Voltti	V
Sähkövirta	I	Ampeeri	A
Resistanssi	R	Ohmi	Ω

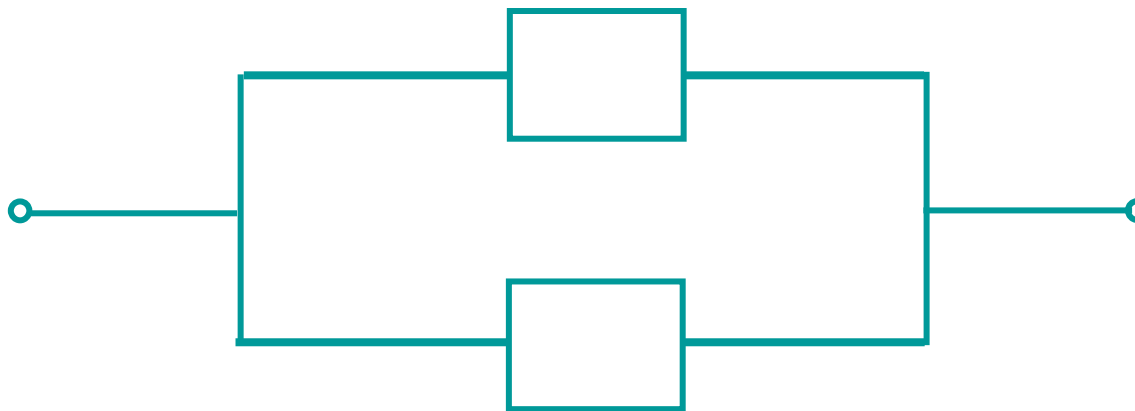
Jännite on kahden pisteen välinen sähköinen potentiaaliero. Jännite saa aikaan sähkövirran. Resistanssi on komponentin tai johtimen kyky vastustaa sähkövirtaa.

Peruskytkentätyypit

Komponenttien sarjaankytkentä



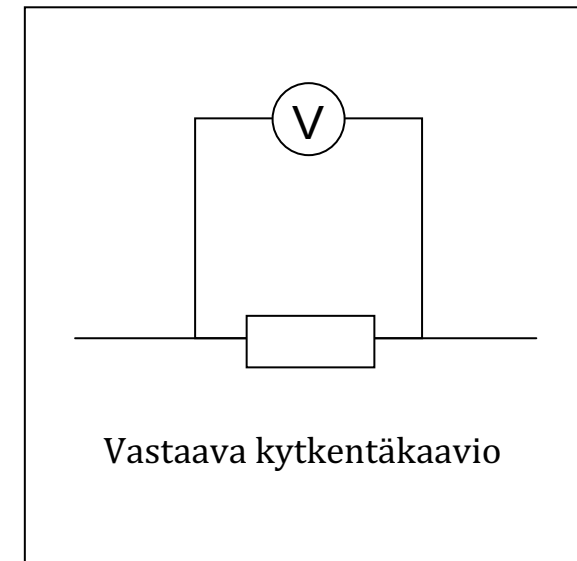
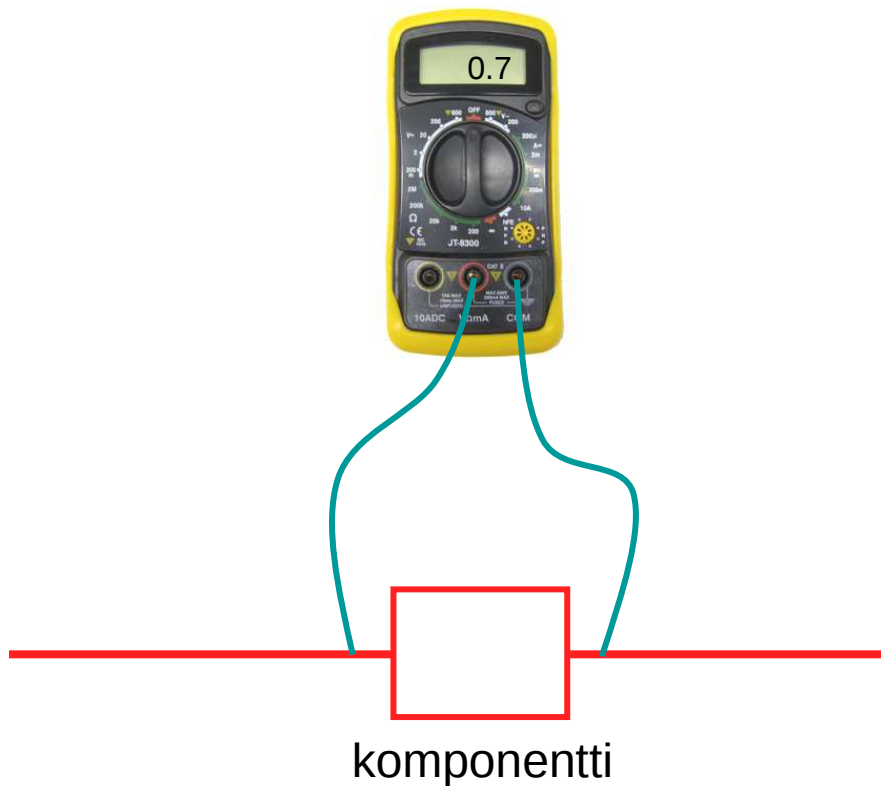
Komponenttien rinnankytkentä



Jännitemittari

Jännitemittari mittaa kahden pisteen välistä sähköistä potentiaaliero, eli **jännitettä**. Jännitemittari kytketään **rinnan** sen virtapiirin komponentin kanssa, jonka napojen välistä jännitettä halutaan mitata.

Komponentin napojen välistä jännitettä kutsutaan **jännitehäviöksi**.



0,7 V



0,7 V



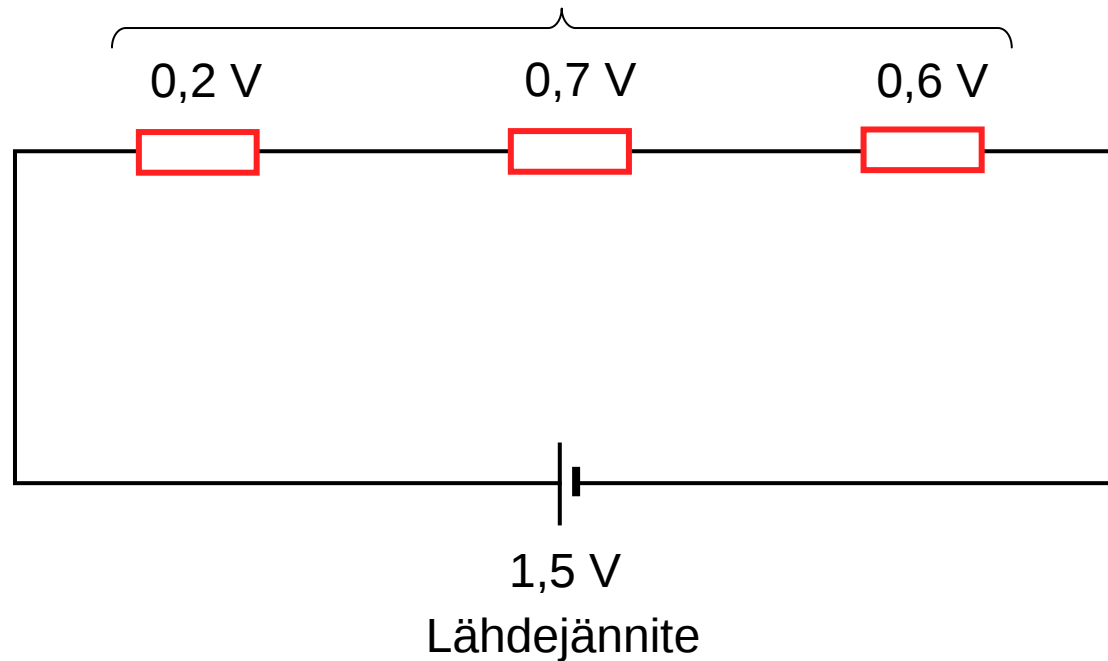
1,5 V



Kirchoffin 2. laki

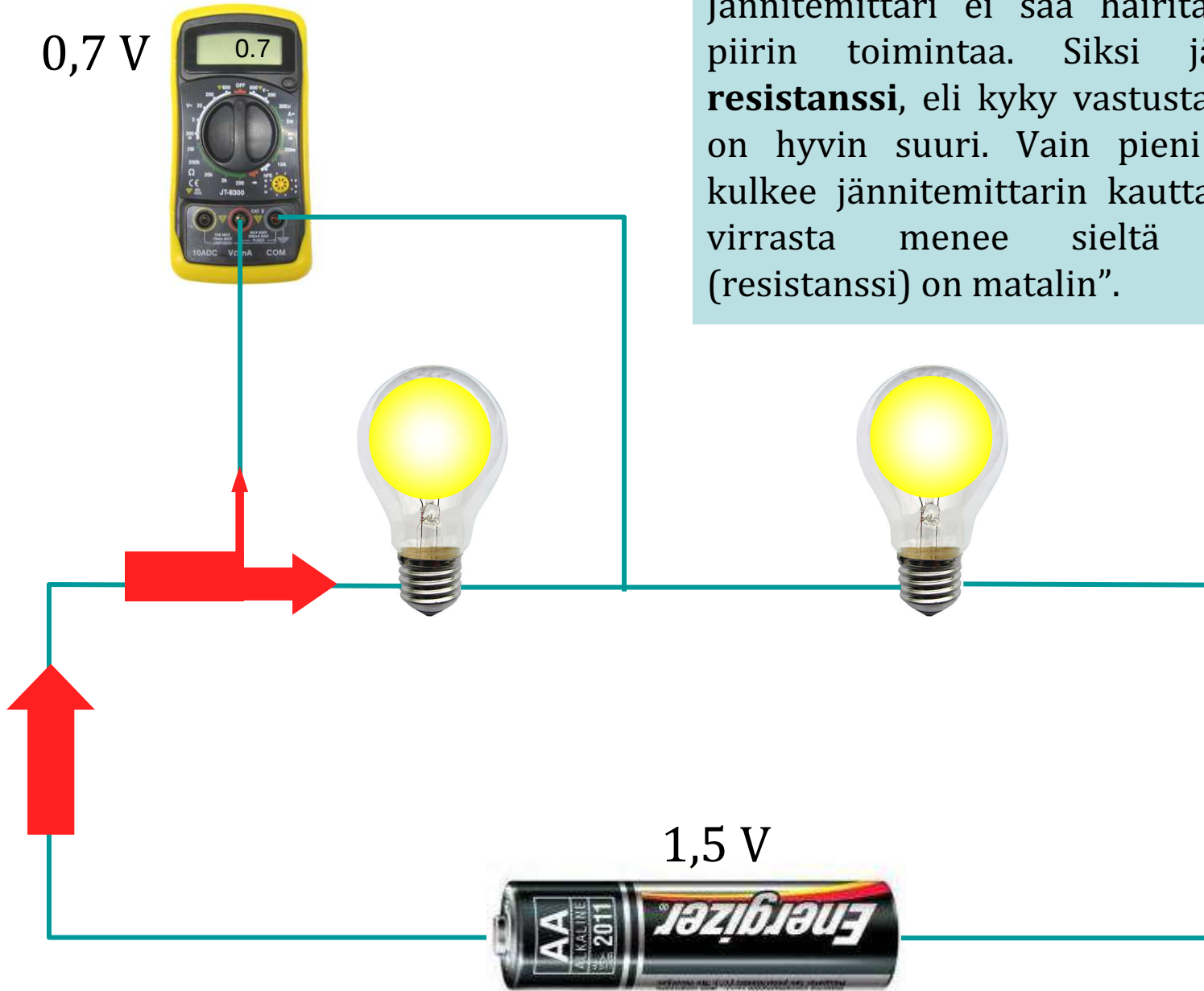
Piirin lähdejännite on yhtäsuuri kuin piirin sarjaankytkettyjen komponenttien jännite-häviöiden summa. Huom! Myös johtimissa tapahtuu jännitehäviötä, mutta johtimissa tapahtuvat jännitehäviöt ovat useimmiten hyvin pieniä verrattuna komponenttien jännitehäviöihin.

Piirin komponenttien jännitehäviöt



$$1,5 \text{ V} = 0,2 \text{ V} + 0,7 \text{ V} + 0,6 \text{ V}$$

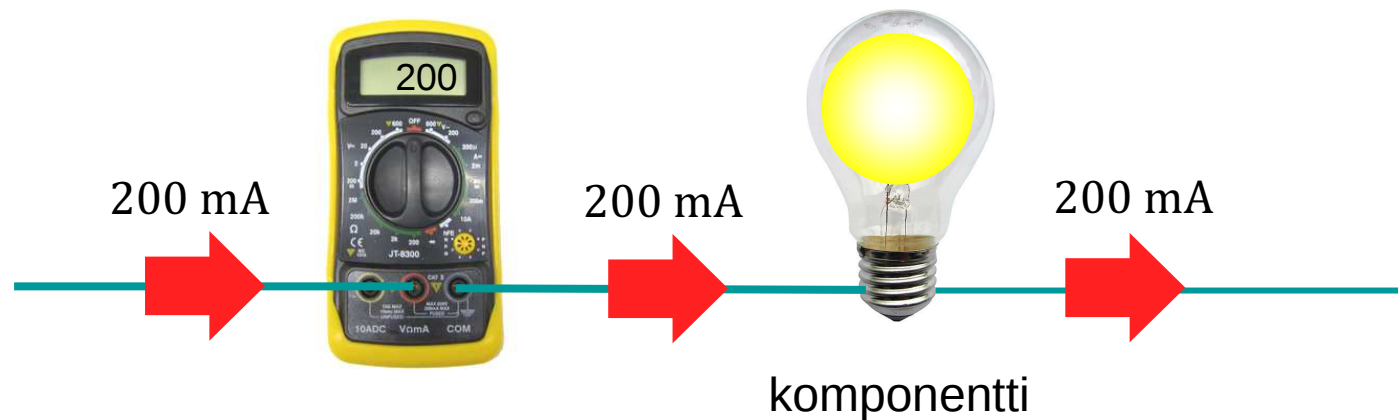
0,7 V



Jännitemittari ei saa häiritä eli muuttaa piirin toimintaa. Siksi jännitemittarin **resistanssi**, eli kyky vastustaa sähkövirtaa on hyvin suuri. Vain pieni osa virrasta kulkee jännitemittarin kautta. "Suurin osa virrasta menee sieltä missä aita (resistanssi) on matalin".

Virtamittari

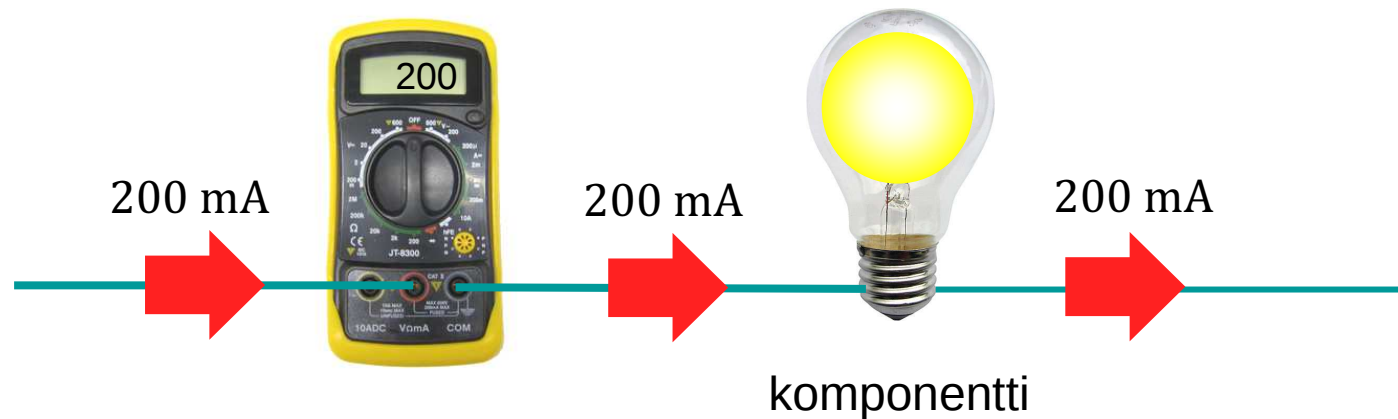
Virtamittari mittaa virtamittarin **läpi** kulkevan virran määrää. Virtamittari kytketään sarjaan sen komponentin kanssa, jonka läpi kulkeva virta halutaan mitata.



Virtamittari

Jokainen piiriin sarjaankytetty komponentti **vastustaa** piirissä kulkevaa sähkövirtaa.

Virtamittari ei saa häiritä/muuttaa piirin toimintaa. Siksi virtamittarin kyky vastustaa sähkövirtaa, eli **resistanssi**, on **hyvin pieni**.



Virtamittari

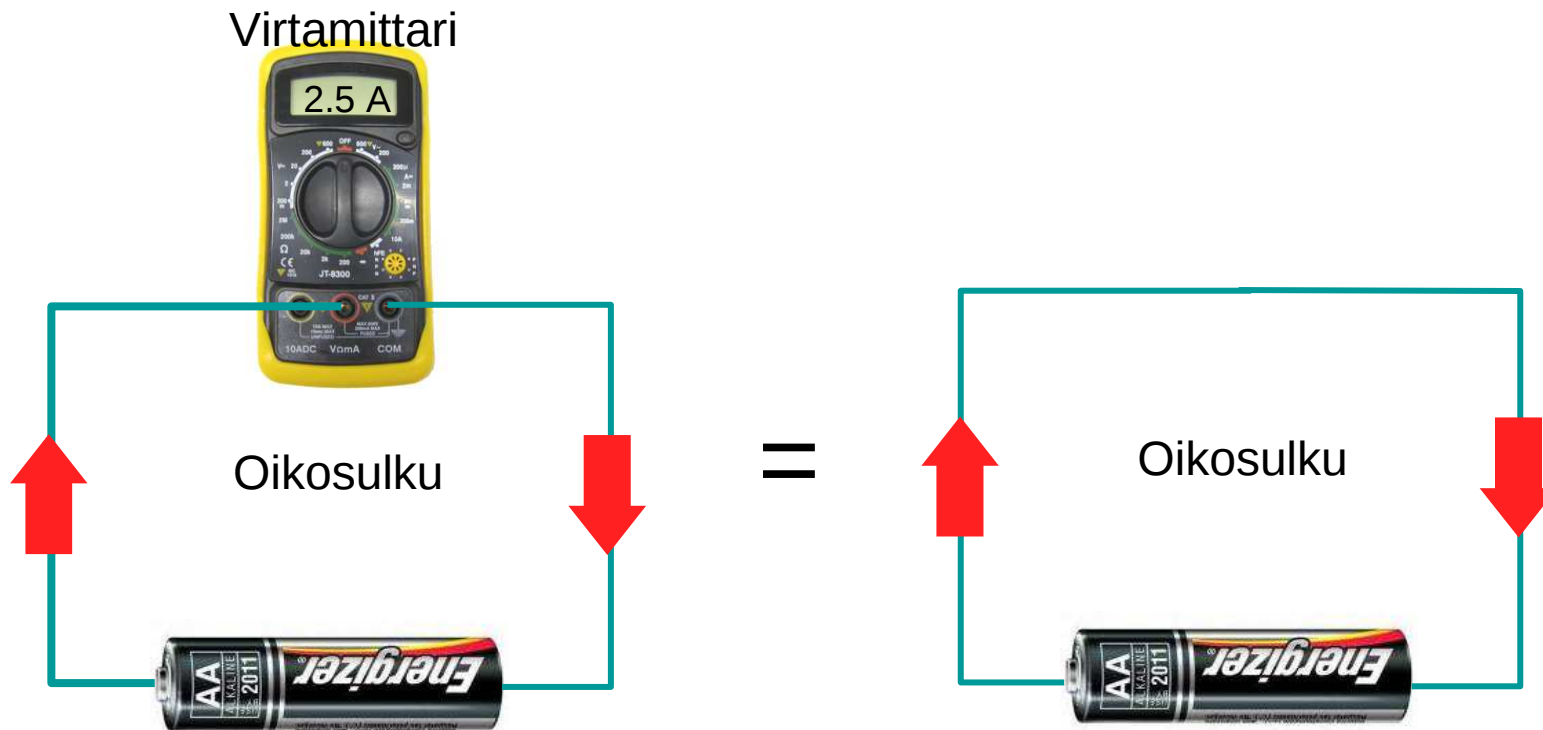
Virtamittarin varomaton käyttö johtaa piirin **oikosulkuun**. Virtamittaria ei voi kytkeä koskaan rinnan komponentin kanssa, koska tämä tarjoaa virralle "estottoman" reitin. Näin syntyy **oikosulku**, joka voi **rikkoa virtamittarin** tai ylikuormittaa jännitelähteen.



Virtamittari

Virtamittarilla ei voi mitata "jännitelähteen virtaa" koska tällainen kytkentä **oikosulkee** jännitelähteen. Oikosulku syntyy kun jännitelähteen/komponentin navat kytketään toisiinsa siten, ettei välillä ole käytännössä lainkaan **resistanssia**. Tällöin virta kasvaa hyvin suureksi.

Kytkenän seurauksena virtajohtimet ylikuumenevat ja jännitelähde tai virtamittari voi rikkoutua.



Jännitemittari

Resistanssi hyvin suuri.

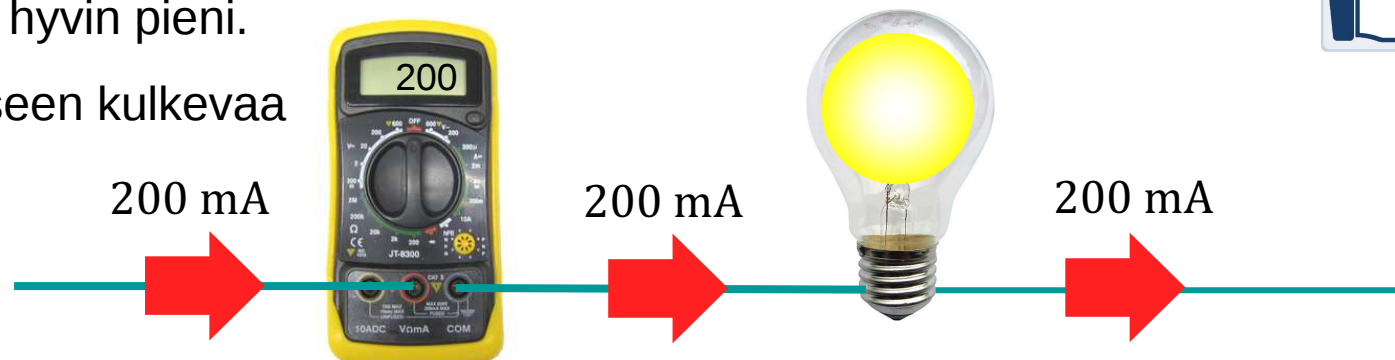
Mittaa kahden pisteen välistä jännitettä.



Virtamittari

Resistanssi hyvin pieni.

Mittaa lävitseen kulkevaa virtaa.



Virtamittari rinnankytkettynä

Oikosulkee kytkennän:
käytännössä kaikki virta
kulkee virtamittarin kautta.



Jännitemittari sarjaankytkettynä

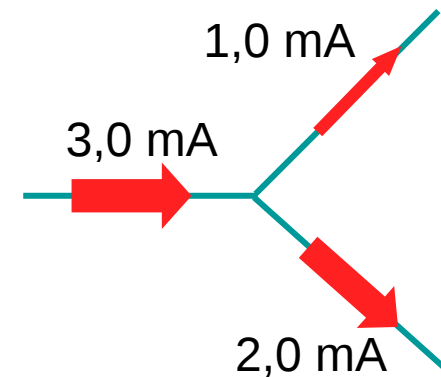
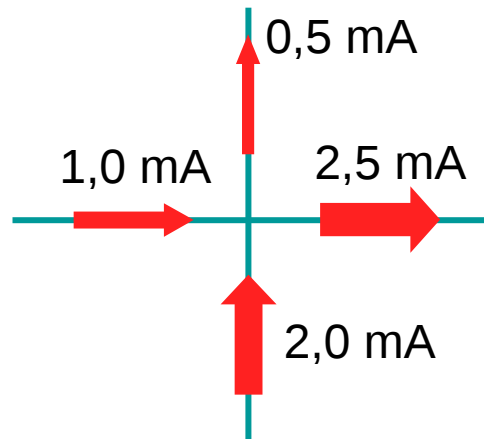
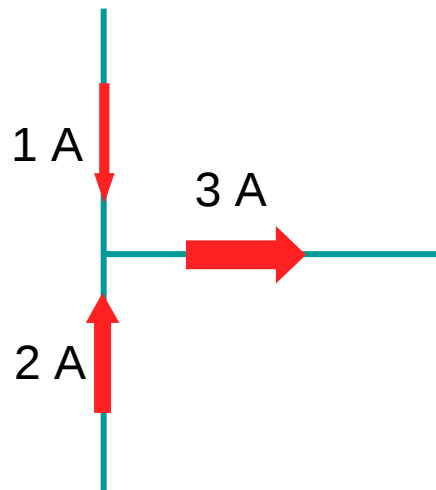
Mittarin suuresta
resistanssista johtuen
mittari ei päästä lävitseen
käytännössä yhtään virtaa.



Kirchoffin 1. laki

”Virran häviöttömyyden laki”

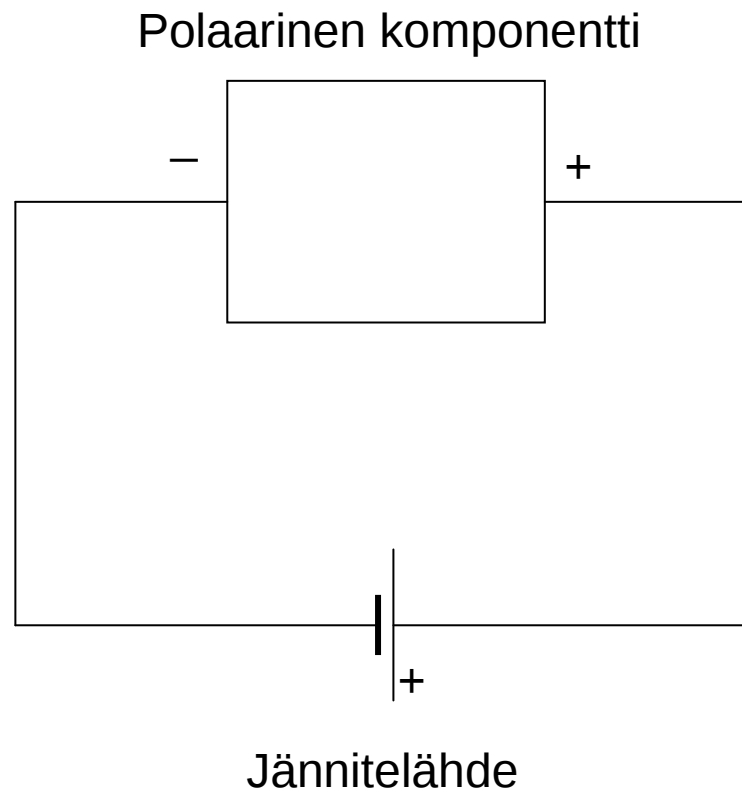
Haarautumispisteeseen tulevien virtojen summa on sama kuin pois lähtevien virtojen summa.



Virtaa ei häviä missään tilanteessa!



Polaarisen komponentin
kytkeminen tasavirtapiiriin



Polaarisen ("napaisen") komponentin kytkeminen (tasa)jännitelähteeseen, tapahtuu siten, että polaarisen komponentin plus-napa kytketään jännitelähteen plus-napaan ja komponentin miinus-napa jännitelähteen miinus-napaan.

Yleismittarin kytkeminen



Virta: 10 A
Ei sulaketta



Virta: max 200 mA (sulake)
Jännite
Resistanssi

TOINEN JOHTO AINA COM-LIITTIMEEN (MUSTA) MITTARISTA RIIPPUMATTA.



Ohmin laki



”Tää sähkö ei oo kuulkaa mikään naurun asia.”

Georg Simon Ohm

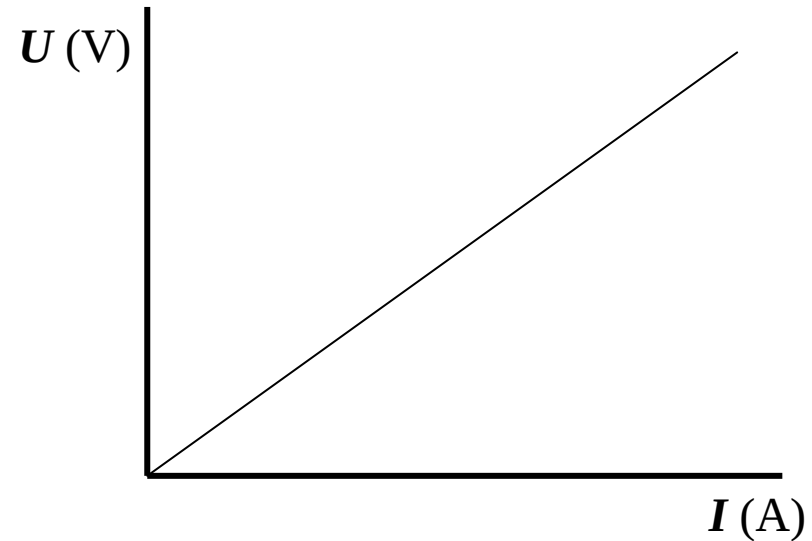
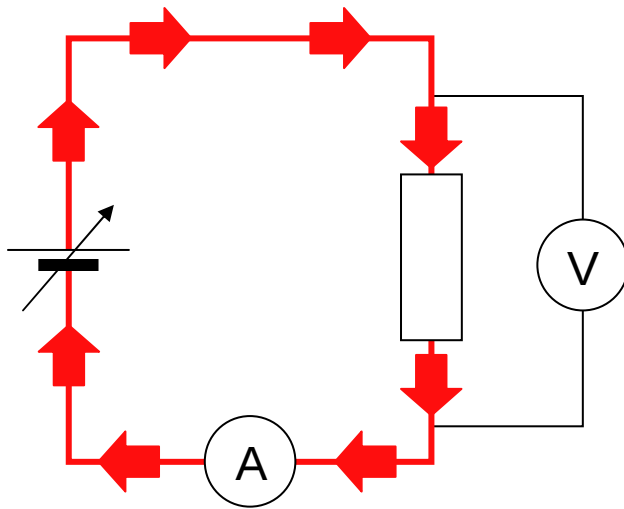
Virtapiirillä on kyky vastustaa sähkövirtaa. Tätä virtapiirin ominaisuutta kutsutaan virtapiirin kokonaisresistanssiksi.

Lähdejännite saa aikaa suljetussa virtapiirissä sähkövirran, jota virtapiirin *kokonaisresistanssi* pyrkii vastustamaan. Mitä suurempi on piirin kokonaisresistanssi, sitä pienemmän sähkövirran lähdejännite synnyttää virtapiirissä.

Piirin kokonaisresistanssi muodostuu yksittäisten komponenttien ja johtimien resistanssista.

Jännite ja sähkövirta ovat *suoraan verrannollisia*. Jos lähdejännite kaksinkertaistuu, piirissä kulkevan sähkövirran suuruus kaksinkertaistuu.

Ohmin laki kuvaa virran ja jännitteen riippuvuutta matemaattisesti.



Komponentin napojen välinen jännitehäviö ja komponentin läpi kulkeva sähkövirta riippuvat toisistaan kuvaajan mukaisesti. Matemaattisesti tämä riippuvuus voidaan esittää seuraavasti (vrt. Suoran yhtälö!)

$$U = RI,$$

jossa U on komponentin päiden välinen jännitehäviö, I komponentin läpi kulkeva virta ja R komponentin *resistanssi*. Tätä yhtälöä kutsutaan **Ohmin laiksi**. Ohmin laki kuvaa siis jännitteen, virran ja resistanssin keskinäistä riippuvuutta. Lisäksi Ohmin laki antaa täsmällisen määritelmän komponentin resistanssille:

$$R = \frac{U}{I}$$

Resistanssi

Komponentin resistanssin määritelmä:

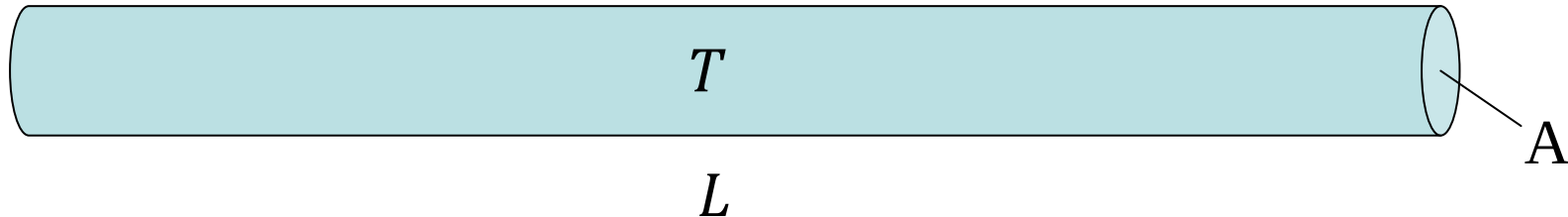
$$R = \frac{U}{I},$$

missä U on jännitehäviö komponentin päiden välillä ja I komponentin läpi kulkeva sähkövirta.

Resistanssin yksikkö: $\frac{\text{V}}{\text{A}} = \Omega$

Ω = ohmi (lausutaan: oomi)

Johtimen resistanssi

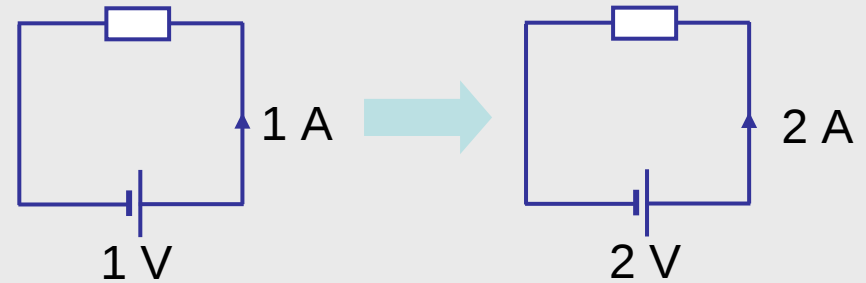


Johtimen resistanssiin vaikuttaa:

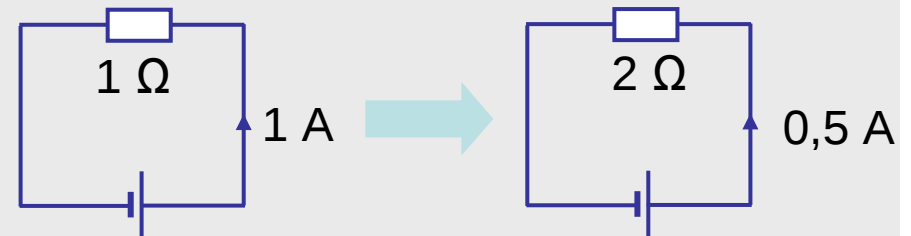
- Pituus (L): Kun pituus kaksinkertaistuu, johtimen resistanssi kaksinkertaistuu.
- Poikkipinta-ala (A): Kun pinta-ala kaksinkertaistuu, johtimen resistanssi pienenee puoleen.
- Johtimen materiaali, eli materiaalin *resistiivisyys*.
- Johtimen lämpötila (T): Lämpötilan kasvaessa resistanssi (yleensä) kasvaa. Resisttiivisyyden lämpötilariippuvuus riippuu materiaalista.

Ohmin laki sanallisesti:

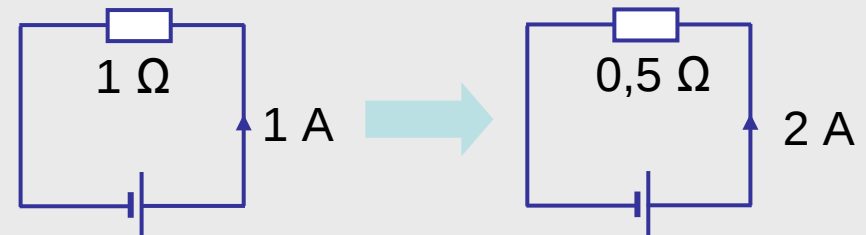
Kun jännite kaksinkertaistuu,
sähkövirta kaksinkertaistuu.



Kun resistanssi kaksinkertaistuu,
sähkövirta pienenee puoleen.

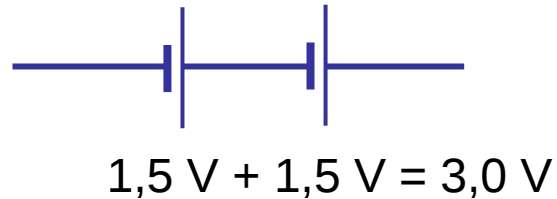


Kun resistanssi pienenee puoleen,
sähkövirta kaksinkertaistuu.

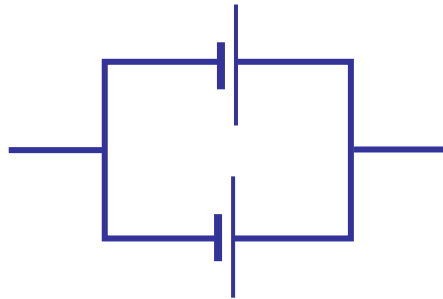


Paristot

Paristojen *sarjaankytkentä* kasvattaa jännitettä.



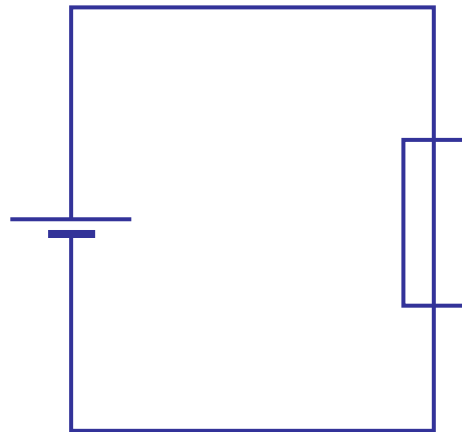
Paristojen rinnankytkentä ei vaikuta jännitteeseen, mutta kesto paranee. Huom! Vain paristoja, joilla on sama jännite tulee kytkeä rinnan. Tästä syystä vanhoja ja uusia paristoja ei voi samanaikaisesti käyttää, sillä pariston kuluessa sen jännite pienenee.



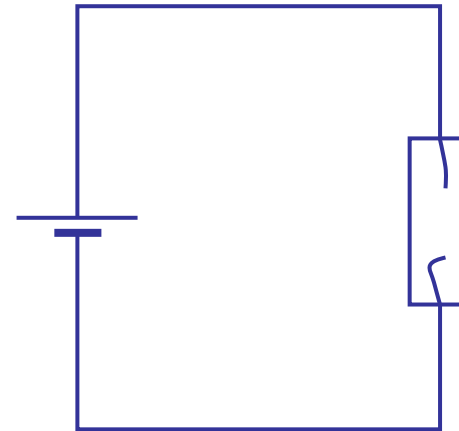
Sulake



Kertakäyttösulakkeen toiminta:



Oikosulku: sähkövirta kasvaa hyvin suureksi.



Sähkövirta kuumentaa sulakkeen sisältämän johtimen niin kuumaksi, että se palaa poikki. Virta katkeaa.



A



B



C



D

A: Lasiputkisulake. Käytetään mm. elektroniikassa.

B: Automaattisulake. Voidaan palauttaa vipstaakia kääntämällä.

C: Tulppasulake. Kahta edellistä käytetään sulakkeina kodin sähköverkoissa.

D: Lattasulake. Käytetään mm. autoissa.

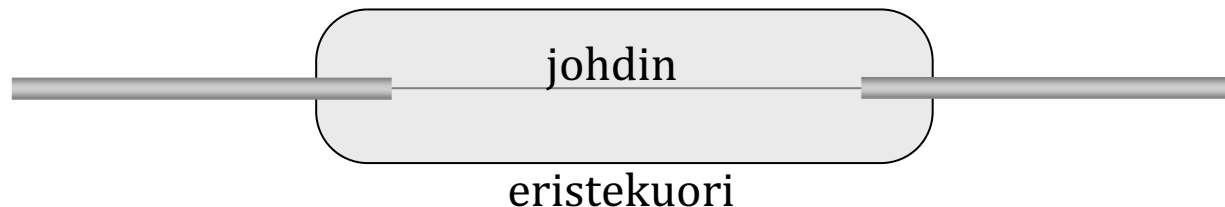
Vastukset

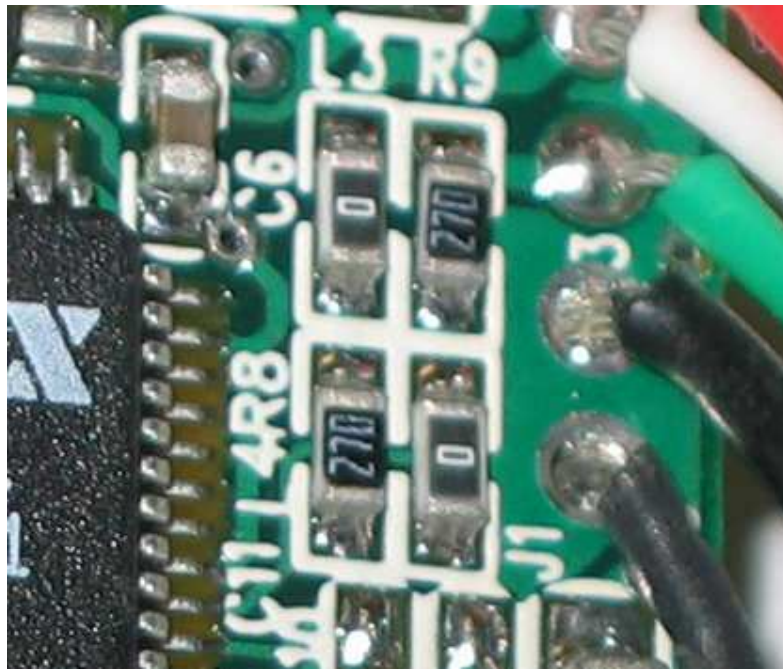
Mikä on vastus?

Vastus on elektroniikan komponentti, jolla on vakiona pysyvä resistanssi, joka ei (ideaalisesti) riipu jännitteestä, vastuksen läpi kulkevasta sähkövirrasta tai lämpötilasta.

Vastus koostuu hyvin ohuesta johtimesta ja sähköä eristävästä materiaalista valmistetusta kuoresta.

Johtimen pituus, paksuus ja materiaali vaikuttavat vastuksen resistanssiin. Vastuksen kuoreen on erivärisillä viivoilla "koodattu" vastuksen resistanssi ja vastuksen **toleranssi**. Toleranssi on valmistajan ilmoittama "takuu" siitä, kuinka monta prosenttia maksimissaan valmistajan ilmoittama resistanssi poikkeaa vastuksen todellisesta resistanssista.





Vasemmalla: vastuksia pintaliitoskomponentteina. Oikealla: Vastuksia Through-hole-komponentteina.

Resistansseille yleisesti käytetään kerrannaisyksiköitä $k\Omega$ ja $M\Omega$.
Elektroniikassa käytettävillä vastuksilla voi olla hyvinkin suuria resistansseja.
Vastusten resistanssit voivat olla jopa kymmeniä megaohmeja ($M\Omega = 1000\,000\,\Omega$)

Vastuksen piirikaaviosymboli

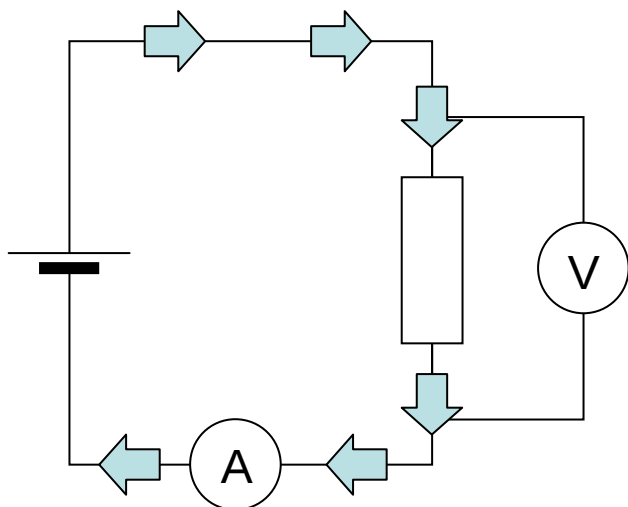
Sivistyneiden ihmisten merkintätapa



Amerikkalaisten merkintätapa



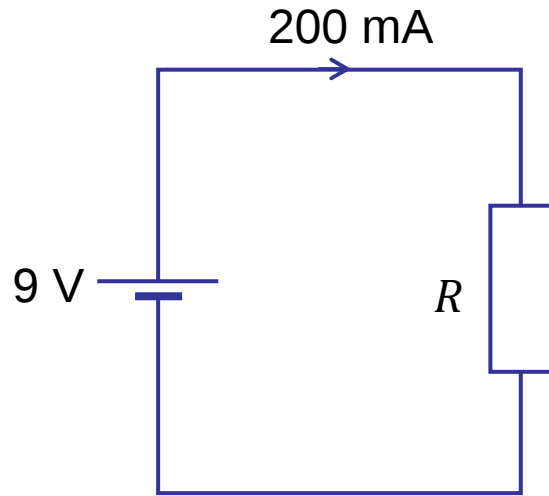
Vastuksen/komponentin resistanssin määrittäminen



Periaatteessa: Mitataan jännitehäviö vastuksessa ja vastuksen läpi kulkeva virta. Lasketaan resistanssi ohmin lain avulla.



Käytännössä: Mitataan resistanssi yleismittarilla. Käytännössä kaikki yleismittarit on varustettu tällä ominaisuudella. Periaate on sama kuin vasemmalla mutta mittari mittaa "itse" jännitteen ja virran ja ilmoittaa resistanssin.



Mikä on vastuksen resistanssi, jos oletamme että piirin johtimissa ei tapahdu jännitehäviötä?

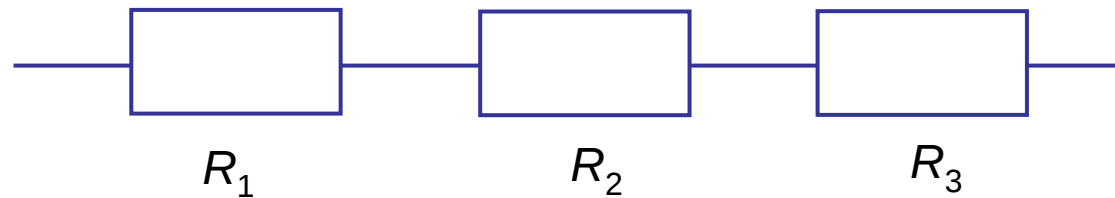
Ratkaisu:

Kirchoffin 2. lain mukaan jännitehäviö = komponentin päiden välinen jännitehäviö, jos johtimissa ei tapahdu jännitehäviötä. Jännitehäviö komponentin päiden välillä on siis 9 V.

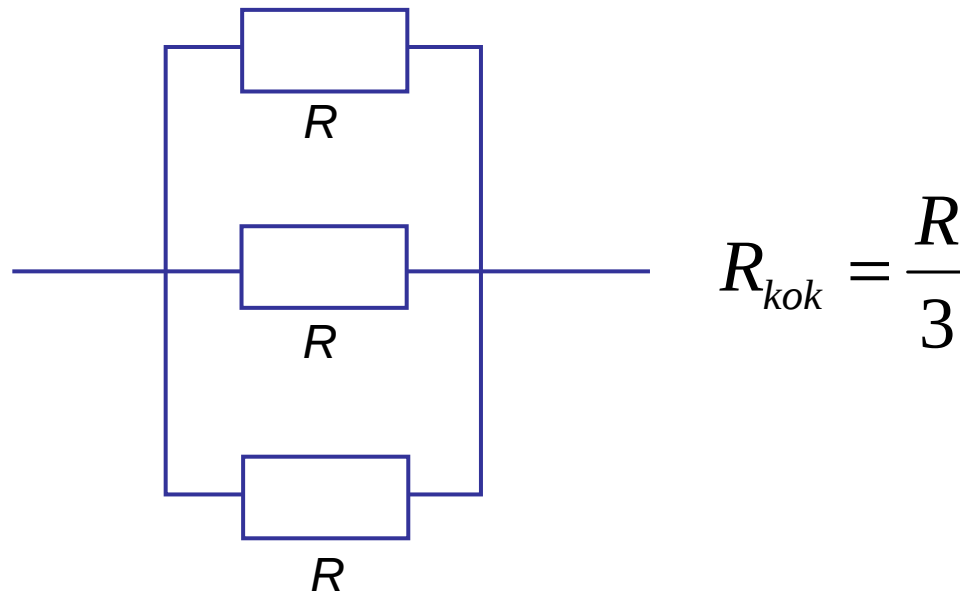
Ohmin laista seuraa:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{9 \text{ V}}{200 \text{ mA}} = \frac{9 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 45 \Omega$$

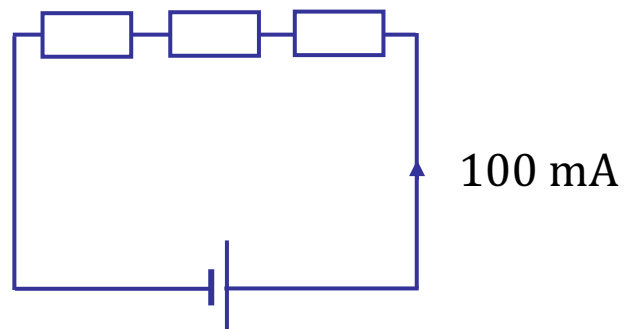
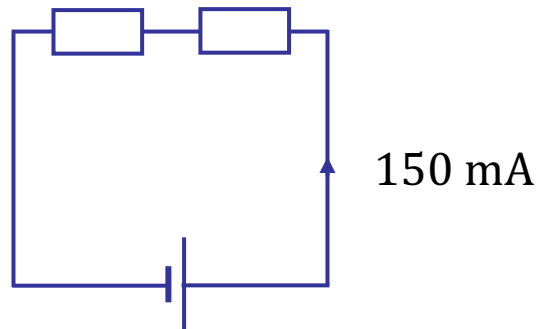
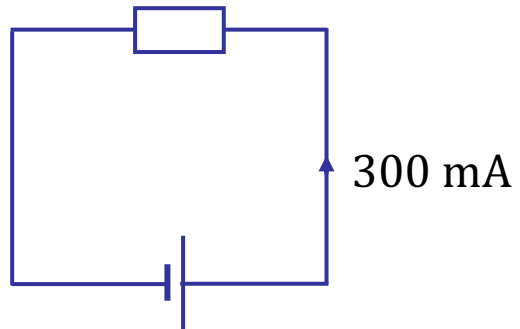
Vastussysteemien kokonaisresistanssi



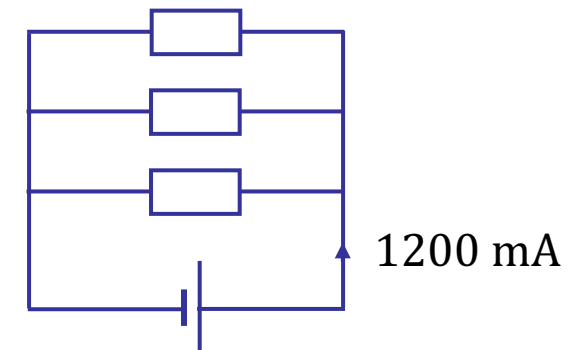
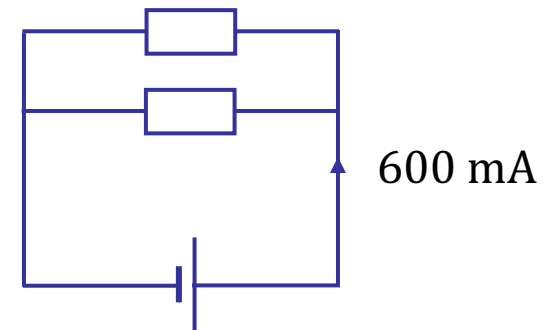
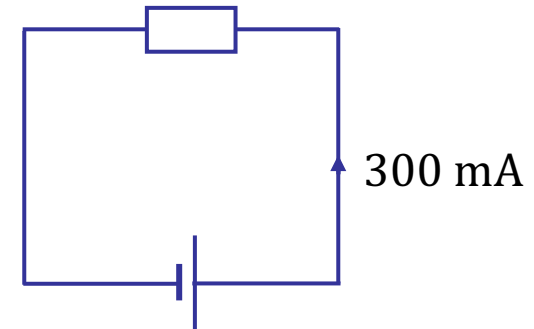
$$R_{kok} = R_1 + R_2 + R_3$$

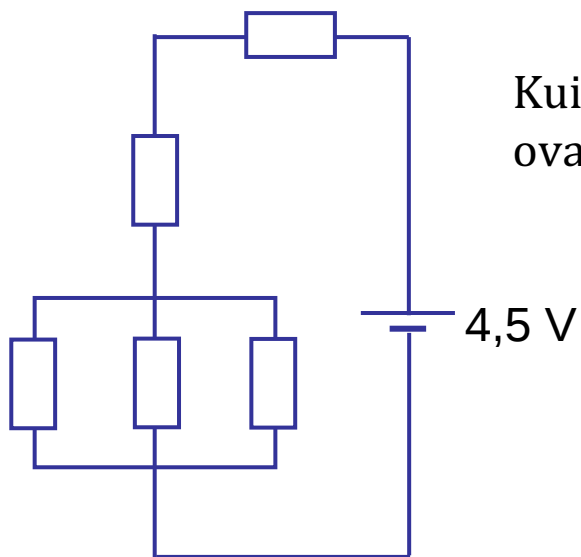


Vastusten sarjaankytkentä kasvattaa resistanssia eli pienentää sähkövirtaa.



Vastusten rinnankytkentä pienentää resistanssia eli kasvattaa sähkövirtaa.





Kuinka suuri sähkövirta piirissä kulkee, jos kaikki vastukset ovat 3 kilo-ohmin vastuksia?

Ratkaisu:

Lasketaan ensin piirin kokonaisresistanssi:

$$R_{kok} = 3 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega + \frac{3 \text{ k}\Omega}{3} = 7 \text{ k}\Omega$$

Kun kokonaisresistanssi on selvillä voidaan laskea piirissä kulkeva sähkövirta. Ohmin laista saadaan:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,5 \text{ V}}{7 \text{ k}\Omega} = \frac{4,5 \text{ V}}{7000 \Omega} \approx 0,0006 \text{ A} = 0,6 \text{ mA}$$

Vastusten sovellukset

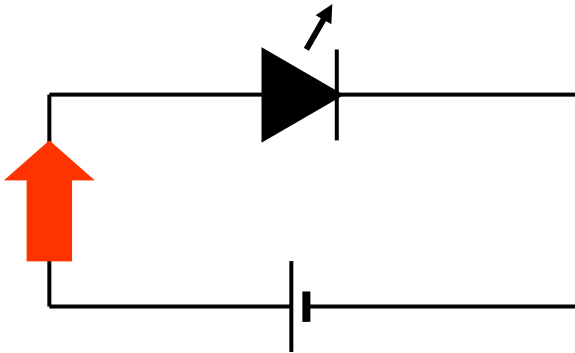
Lämmitysvastus

Vastuksen läpi kulkeva sähkövirta kuumentaa vastusta. Vastusta voidaan siis käyttää energian muuntamisessa lämpöenergiaksi.

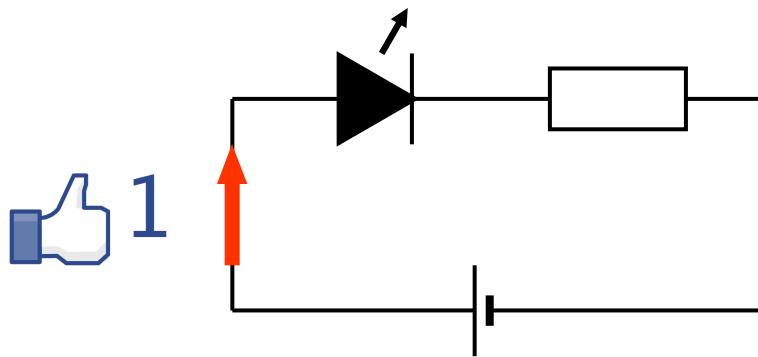
Sovelluksia:

Uuni, liesi, hehkulamppu, leivänpaahdin, fööni.

Virran rajoitus

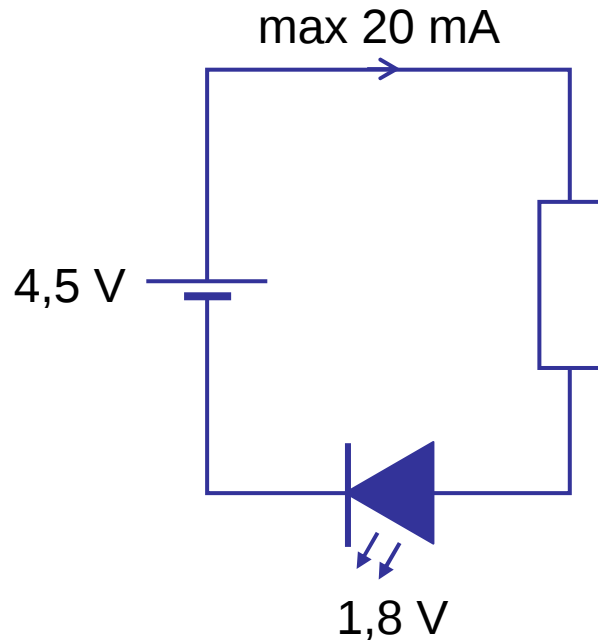


LEDin läpi kulkee liian suuri virta. LED ylikuormittuu ja käyttöikä lyhenee.



LEDin kanssa sarjaan kytketty vastus pienentää LEDin läpi kulkevaa sähkövirtaa.

Huom! Sillä ei ole merkitystä, kumpaan järjestykseen komponentit on kytketty. LEDin kanssa sarjaankytketty vastus kasvattaa *koko piirin resistanssia* ja pienentää piirissä kulkevaa virtaa riippumatta siitä kummalle puolelle LEDiä vastus on kytketty.



LEDin läpi kulkevaa sähkövirtaa tulee rajoittaa ns. etuvastuksen avulla, muuten LEDin läpi kulkeva sähkövirta on liian suuri ja LED kärehtää.

Kuinka iso etuvastuksen resistanssin on oltava, kun LEDin läpi kulkeva virta olisi maksimissaan 20 mA. LEDillä ei ole käytännössä ollenkaan resistanssia vaan ledissä tapahtuu sähkövirran suuruudesta riippumaton 1,8 voltin jännitehäviö.

Ratkaisu:

Selvitetään kuinka suuri resistanssin on oltava rajatapauksessa, eli kun piirissä kulkeva virta on 20 mA.

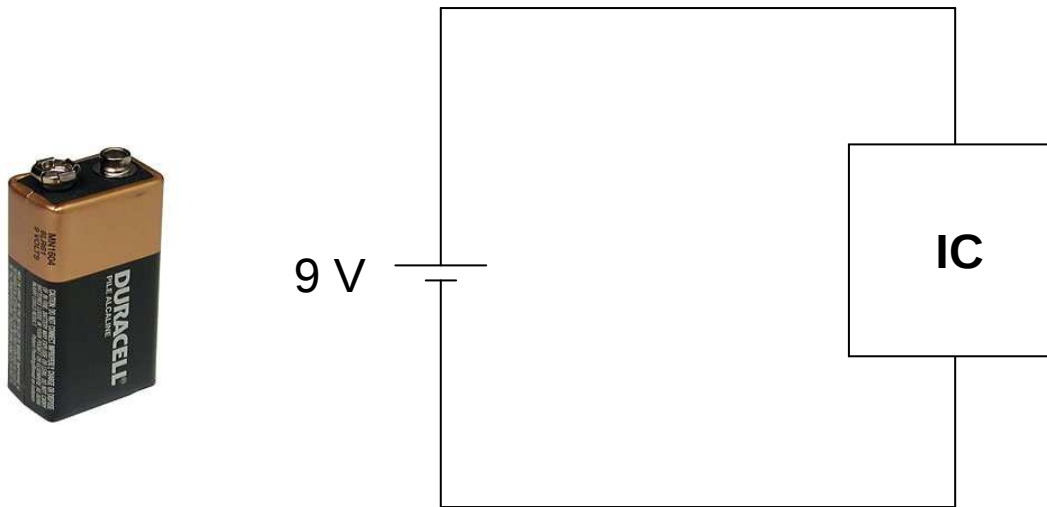
Kirchoffin 2. lain mukaan jännitehäviö etuvastuksessa on $4,5 \text{ V} - 1,8 \text{ V} = 2,7 \text{ V}$.

Ohmin lain perusteella:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,7 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = \frac{2,7 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 135 \Omega$$

Jännitteenjakopiiri

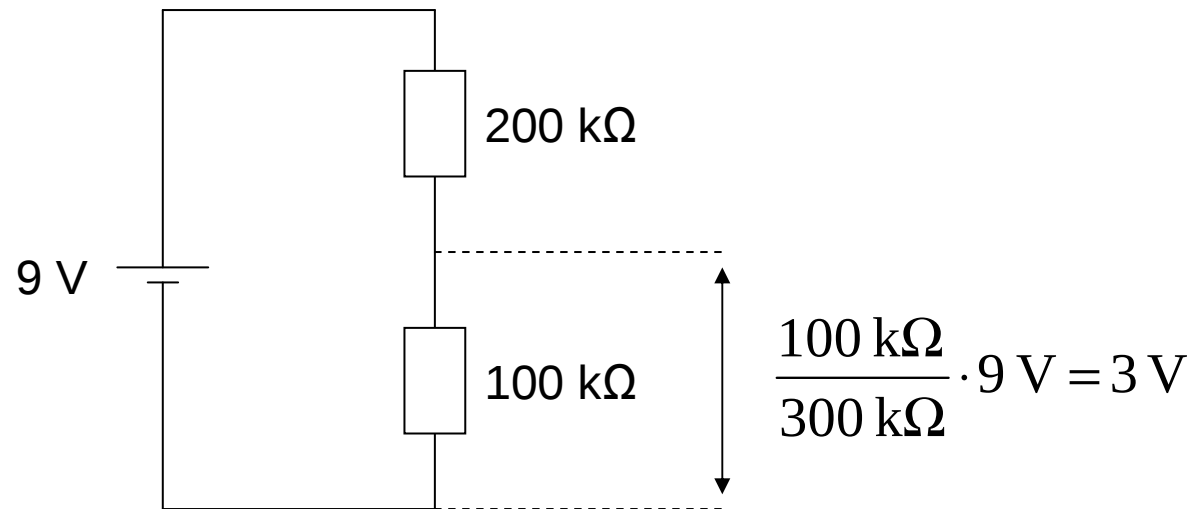
Miten kytkeä 9 voltin paristo elektroniseen piiriin, joka vaatii 3 voltin käyttöjännitteen?



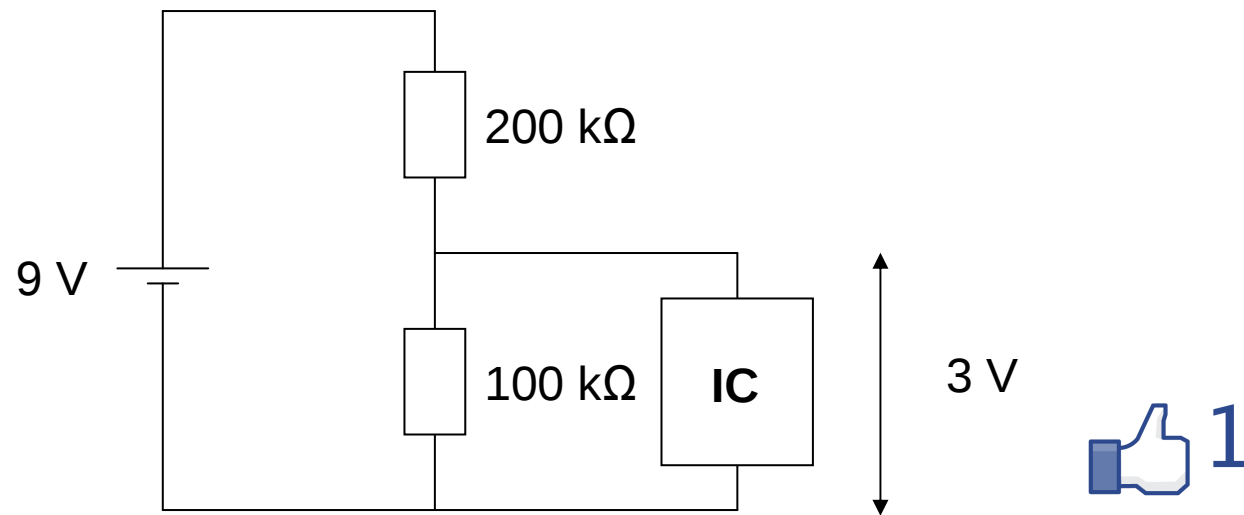
No, ei ainakaan näin....

IC = integrated circuit.

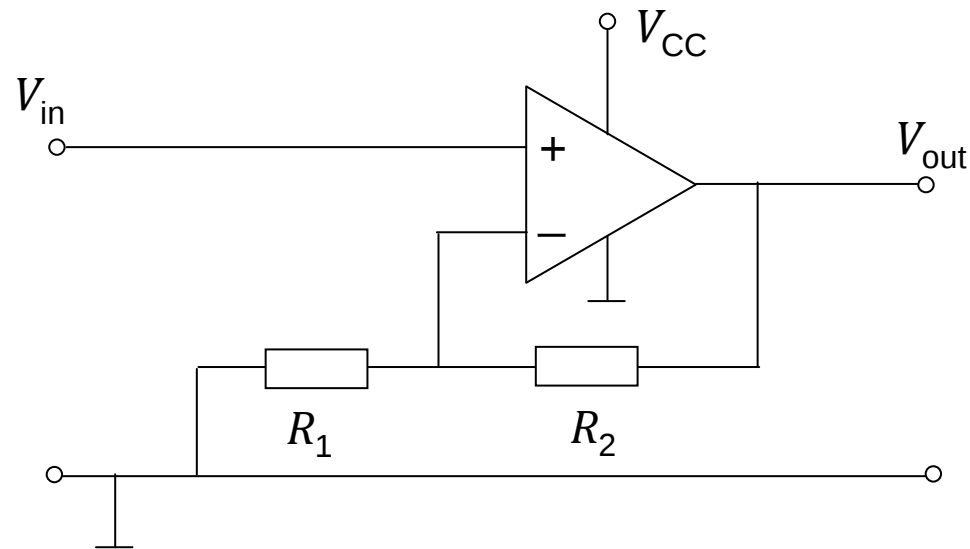
Jännitteenjakopiiri



Jännitteenjakopiiri

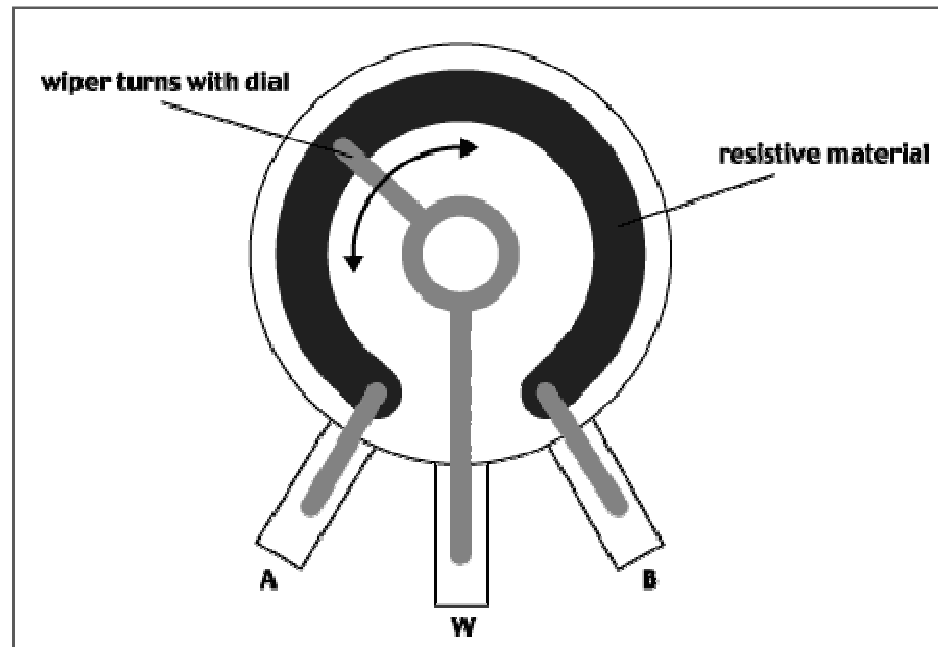


Vastusten avulla voidaan "säätää" piirin toimintaa. Esimerkiksi alla olevan vahvistinpiirin *vahvistuskerroin* (kuinka moninkertainen ulostuleva jännite on sisääntulevaan jännitteeseen verrattuna) riippuu vastusten R_1 ja R_2 resistanssien arvoista.



"Volyyminuppi" äänivehkeessä on säätövastus (potentiometri, potikka). Nuppia vääntämällä nuppin kytketyn säätövastuksen resistanssi muuttuu ja vaikuttaa sähkölaitteen toimintaa.

Potentiometrin rakenne

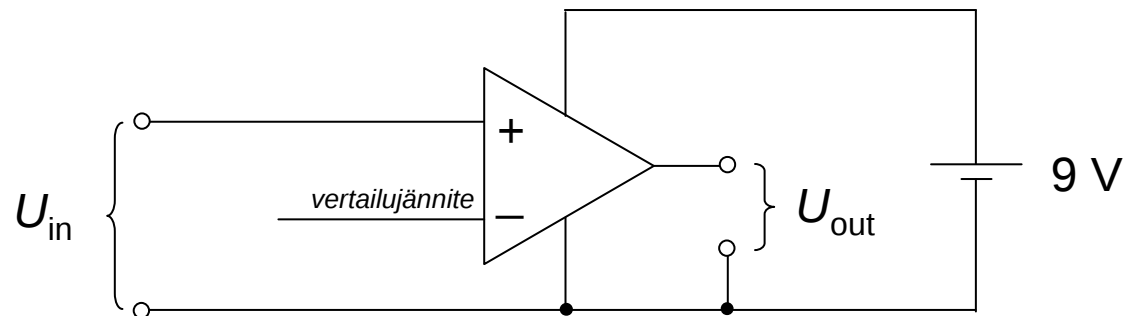


Potentiometrissä, eli säätövastuksessa on kolme liitosta. Potentiometriä voidaan siis käyttää yksinään jännitteenjaon tekemiseen.

Tehtävä

Komparaattori on piiri, joka vertaa sisääntulevaa jännitettä (+) *vertailujännitteeseen* (-) ja antaa ulostuloksi (tässä tapauksessa) 9 V, jos sisääntuleva jännite on suurempi kuin vertailujännite ja 0 V, jos sisääntuleva jännite on pienempi kuin vertailujännite.

Täydennä kytkentäkaavio sopivan kokoisilla vastuksilla siten, että ulostulojännite on 9 V, jos sisääntuleva jännite ylittää 1 V.

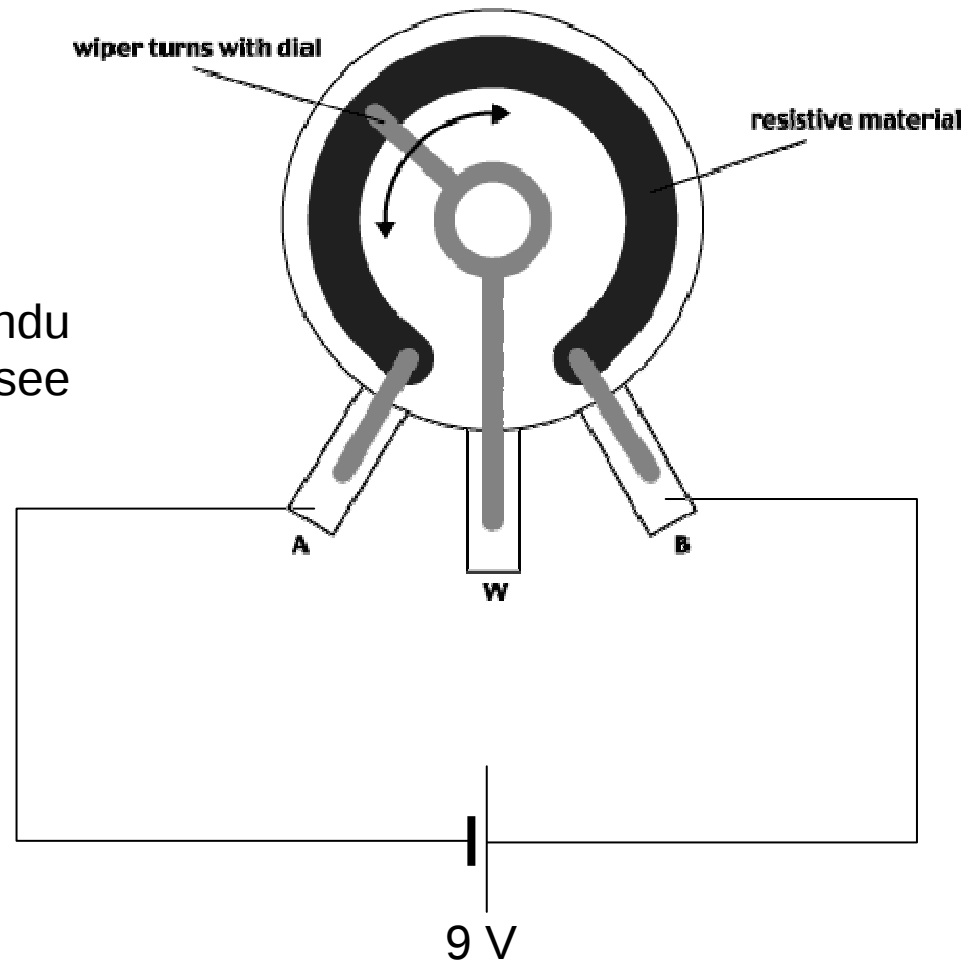


Vinkki: Ks. Jännitteenjako.

*Potentiometrin rakenne

1. Mikä on jännite pisteiden AB välillä?
2. Entä AW?
3. Entä AB?

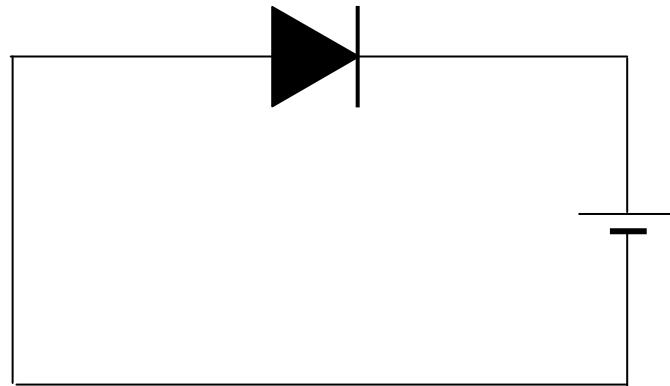
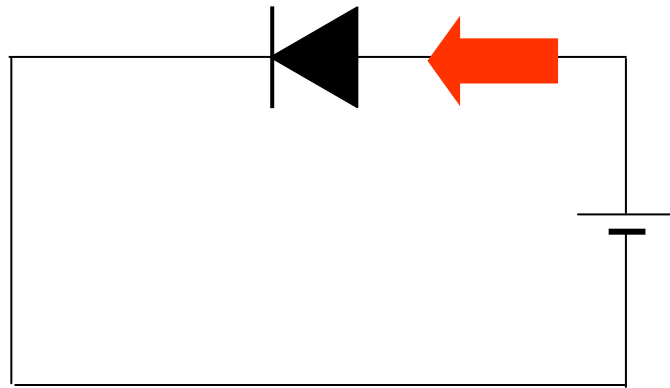
Oletamme että johtimissa ei tapahdu jännitehäviötä. Tehtävässä tarvitsee kolmioviivainta.



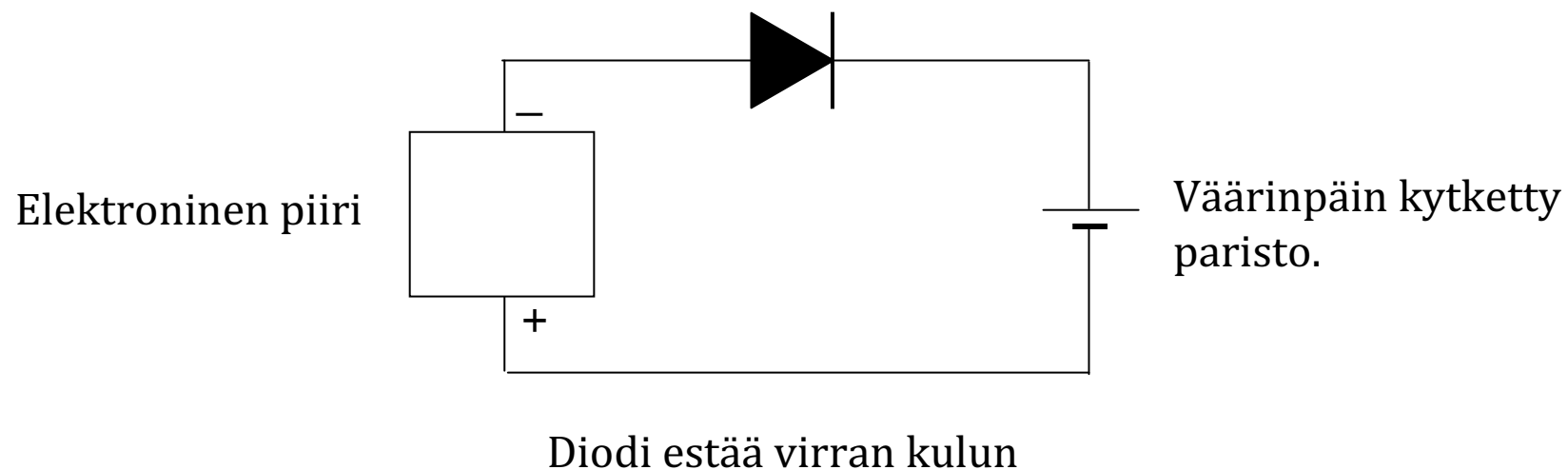
Puolijohdekomponentit

Diodi

Diodi on polaarinen puolijohdekomponentti, joka läpäisee virtaa vain yhteen suuntaan.

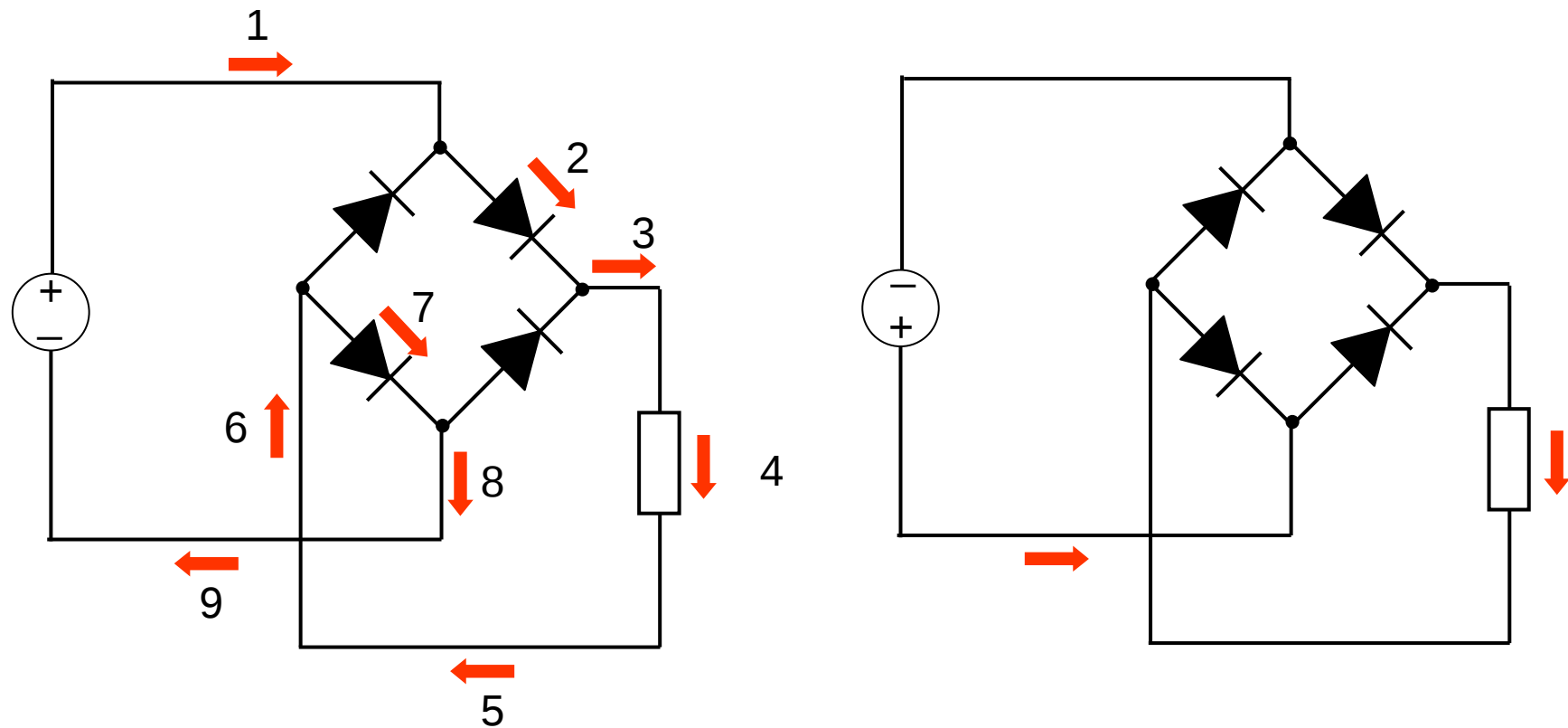


Diodin avulla voidaan esimerkiksi suojata herkkä elektroninen piiri ”väärinpäin” kytketyltä käyttöjännitteeltä.



Tasasuuntaus

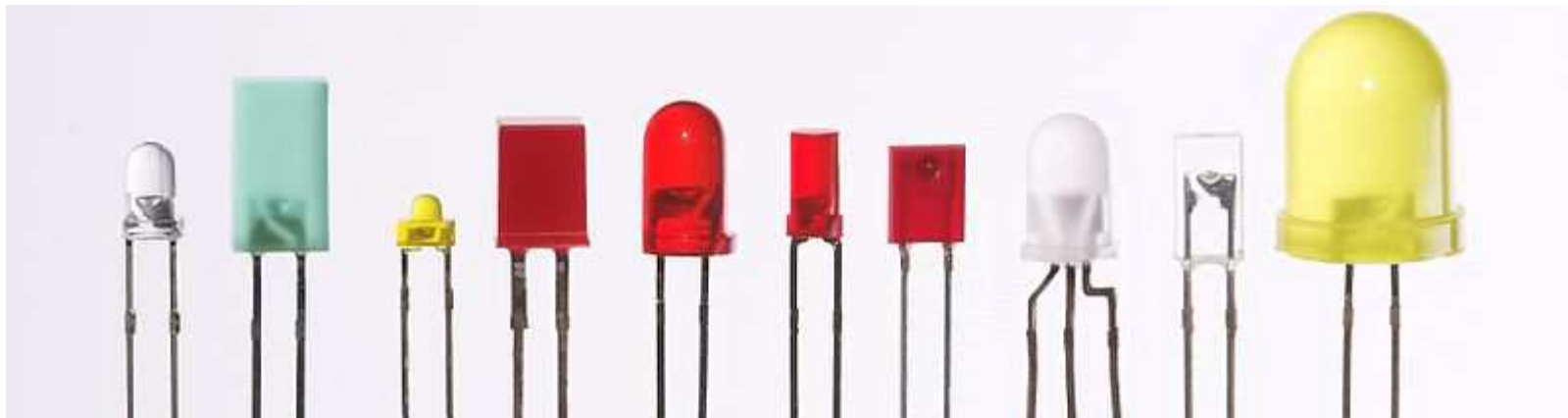
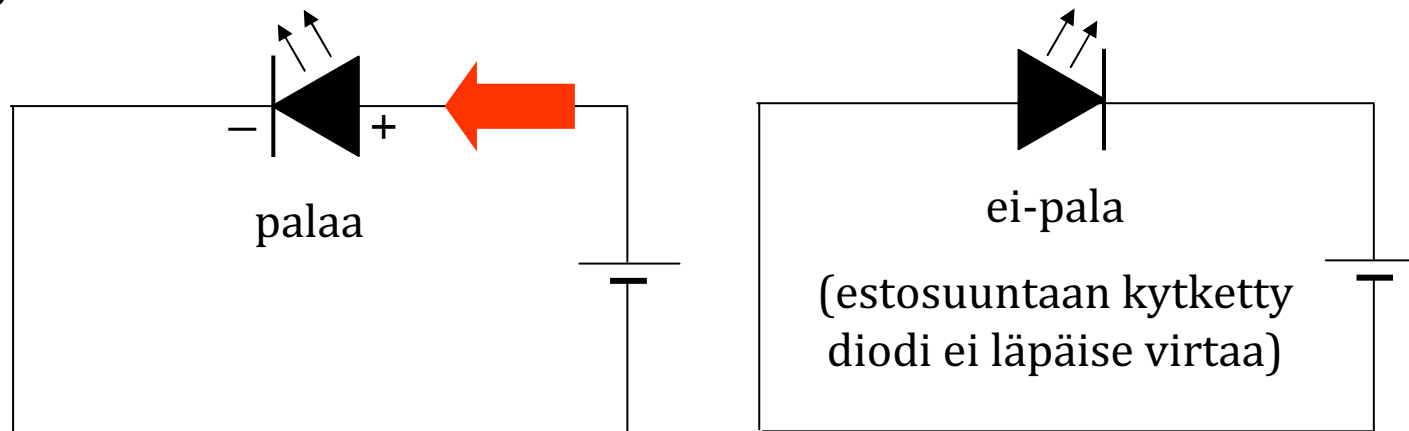
Tasasuuntauksella virta saadaan aina kulkemaan samaan suuntaan riippumatta jännitelähteen napaisuudesta. Tasasuuntauksen avulla *vaihtovirta** saadaan kulkemaan vain yhteen suuntaan.

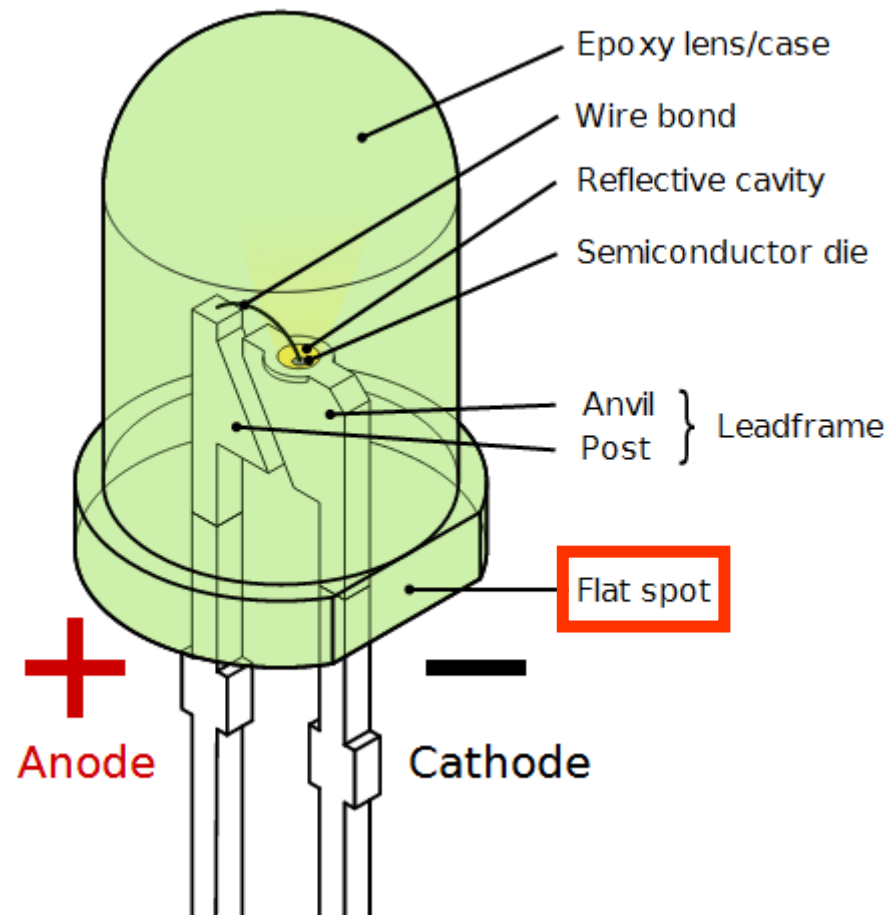


*Vaihtovirta on sähkövirta, jonka kulkusuunta muuttuu jaksottain. Eli virta kulkee ees-taas.

LED

LED (light emitting diode) on diodi, joka tuottaa valoa tietyllä aallonpituudella. Koska kyseessä on diodi, LED päästää virtaa vain yhteen suuntaan.





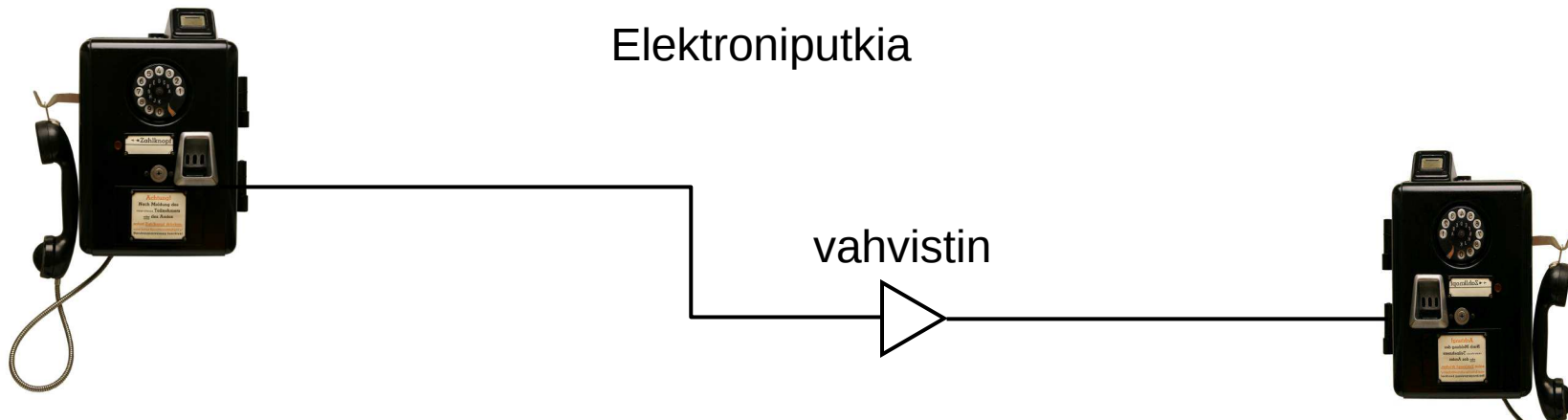
LEDin polariteetin eli napaisuuden tunnistaminen

Transistori

Siihen aikaan kun laivat olivat puuta ja miehet rautaa, käytettiin elektroniputkiin perustuvia vahvistimia.



Elektroniputkia

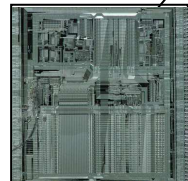


Elektroniputkia käytettiin mm. vahvistamaan puhelinsignaaleja. Tämä mahdollisti puhelut pitkienkin matkojen päähän. Nykyään elektroniputkia käytetään lähinnä kitaravahvistimissa (ns. putkivahvistimet) ja joissain HIFI-hörhojen vehkeissä.

Transistori, 1900-luvun tärkein keksintö?

Transistori on puolijohdekomponentti, joka (luojan kiitos) korvasi isokokoiset elektroniputket. Tämä mahdollisti elektroniikan synnyn, sillä puolijohteista valmistettuja transistoreita mahtuu jumalaton määrä hyvin pieneen tilaan. Ilman transistoreita tietotekniikkaa tai elektroniikkaa ylipäätään ei olisi. Piste.

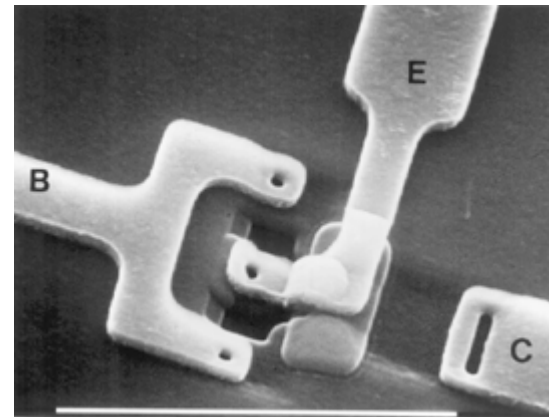
2 600 000 000 transistoria



22 mm

22 mm

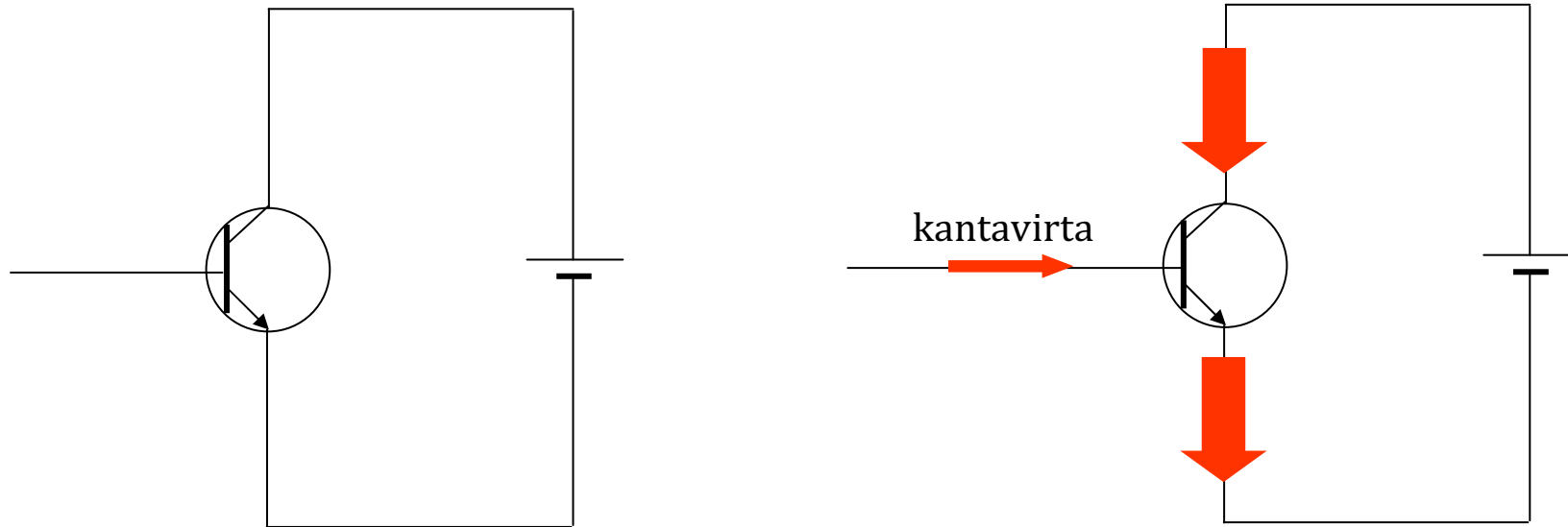
Intel 10-core Xeon Westmere-EX



Elektronimikroskoopin kuva integroidun piirin (sirun, chip) yksittäisestä transistorista.

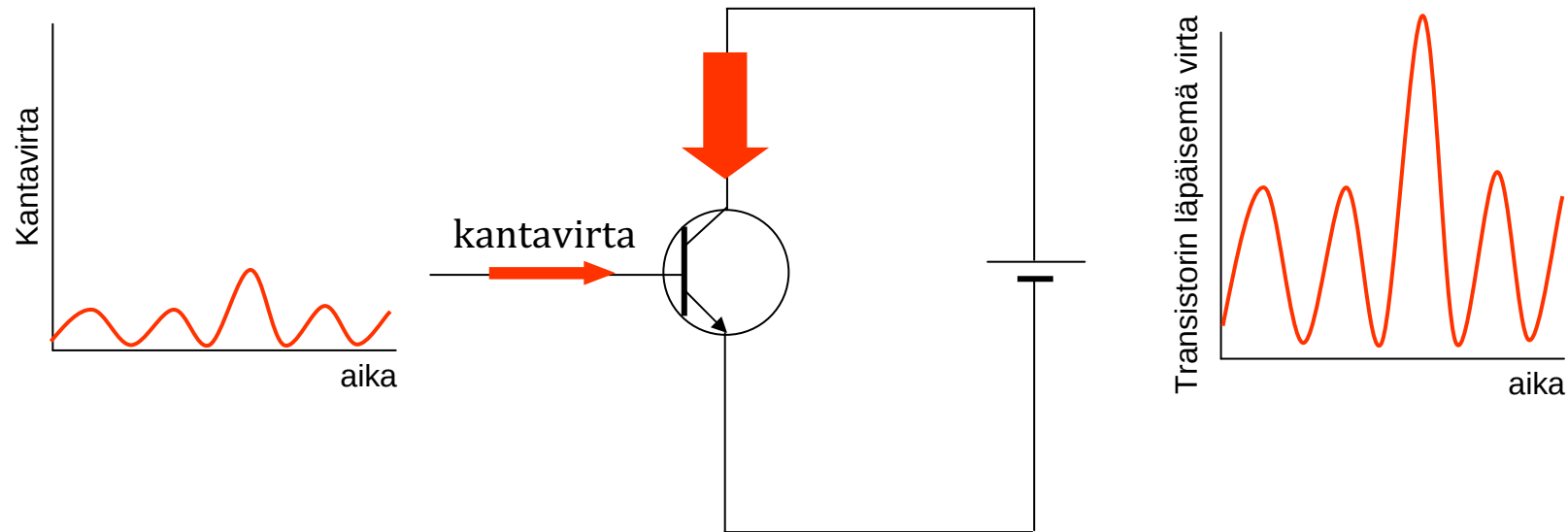
Transistorin toiminta

Transistorin *kantavirran* avulla voidaan kontrolloida transistorin läpäisemän virran määrää.



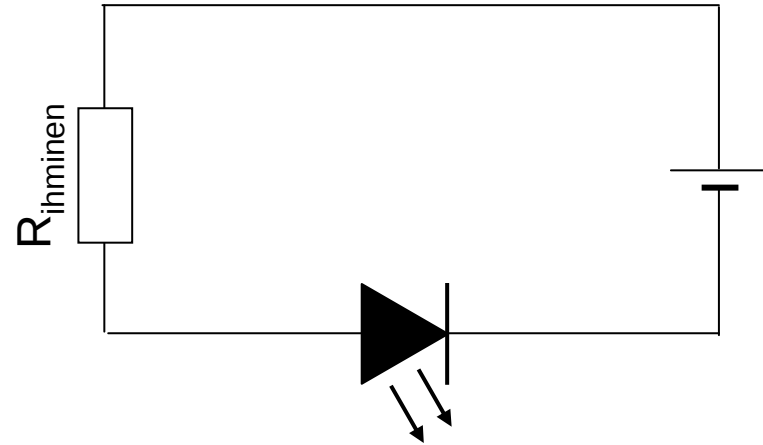
Transistorin toiminta

Hyvin pienillä kantavirroilla *ohjataan* transistoria. Transistoria voidaan käyttää vahvistimena (kuten kuvassa) tai sähköisenä kytkimenä.

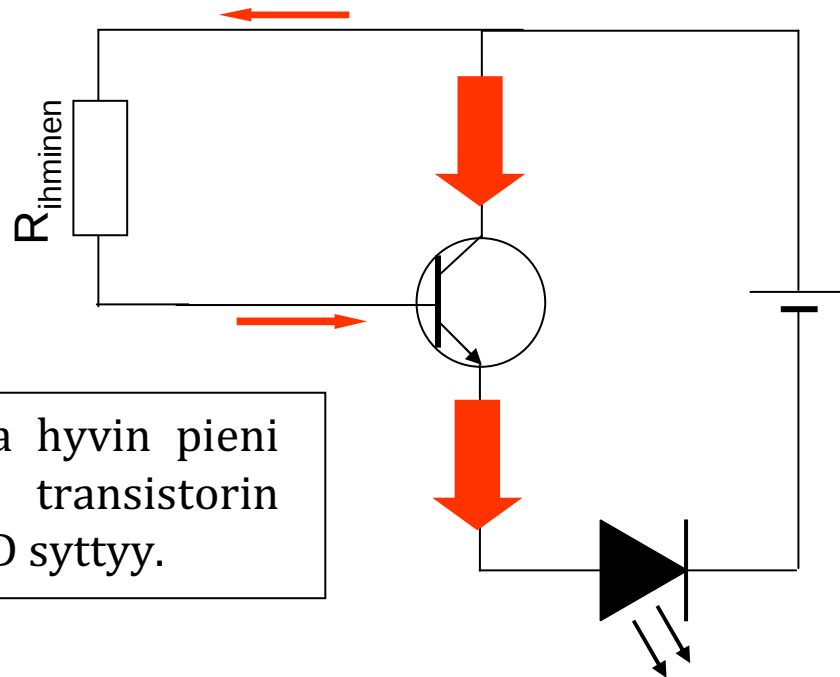


Miten ihmisen läpi kulkevan sähkövirran avulla saa LEDin palamaan?

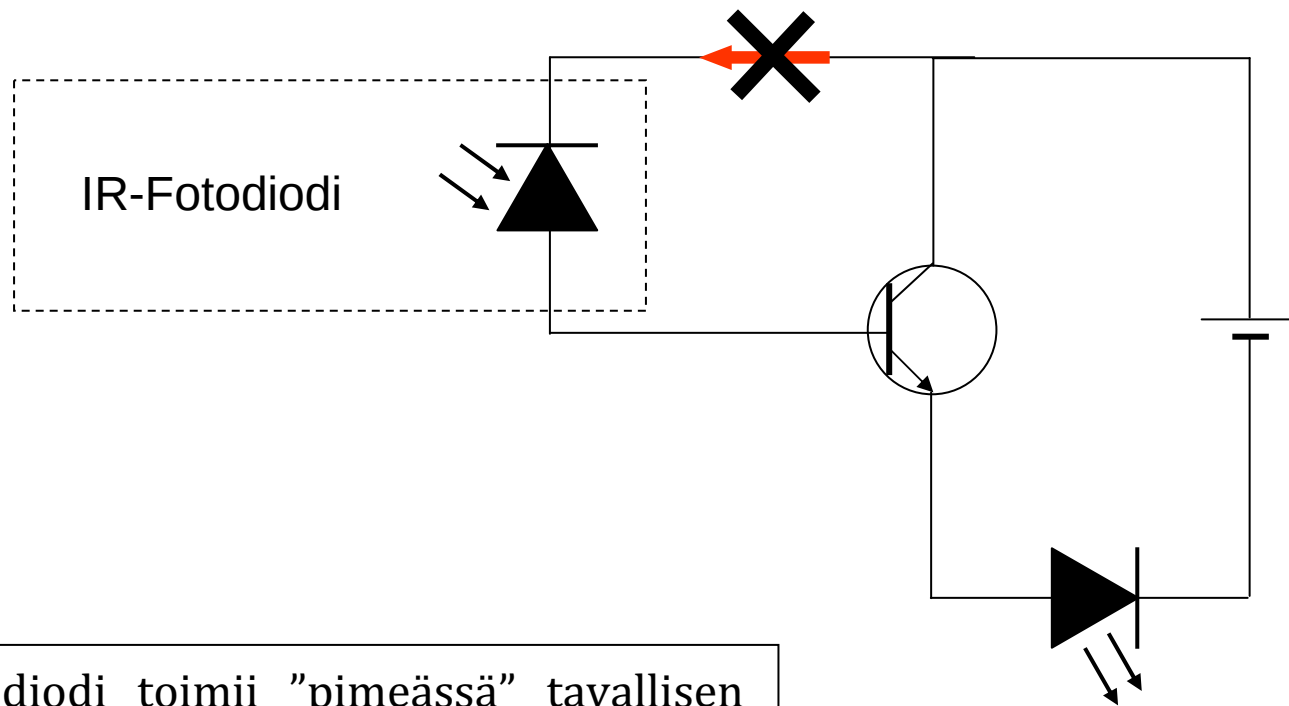
No, ei ainakaan näin, ellei sitten käytä 1000 Voltin jännitelähdettä (ei kovin terveellistä).



Ihmisen läpi kulkeva hyvin pieni kantavirta muuttaa transistorin johtavaksi, jolloin LED syttyy.

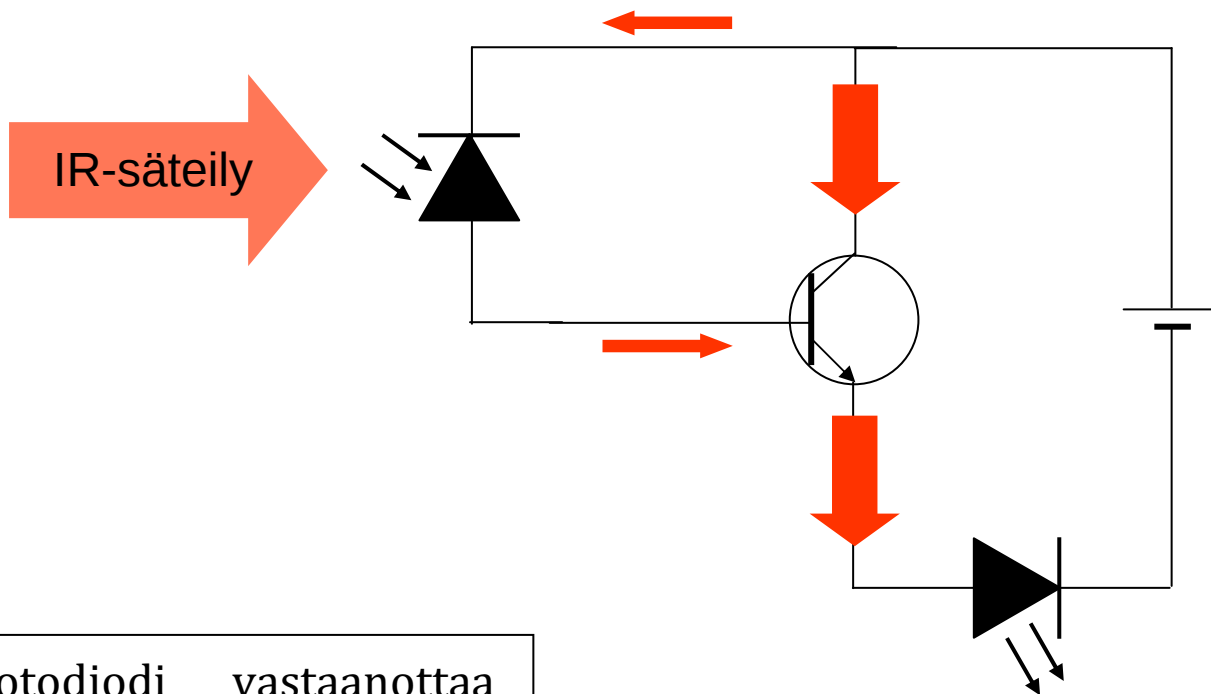


Infrapunailmaisin



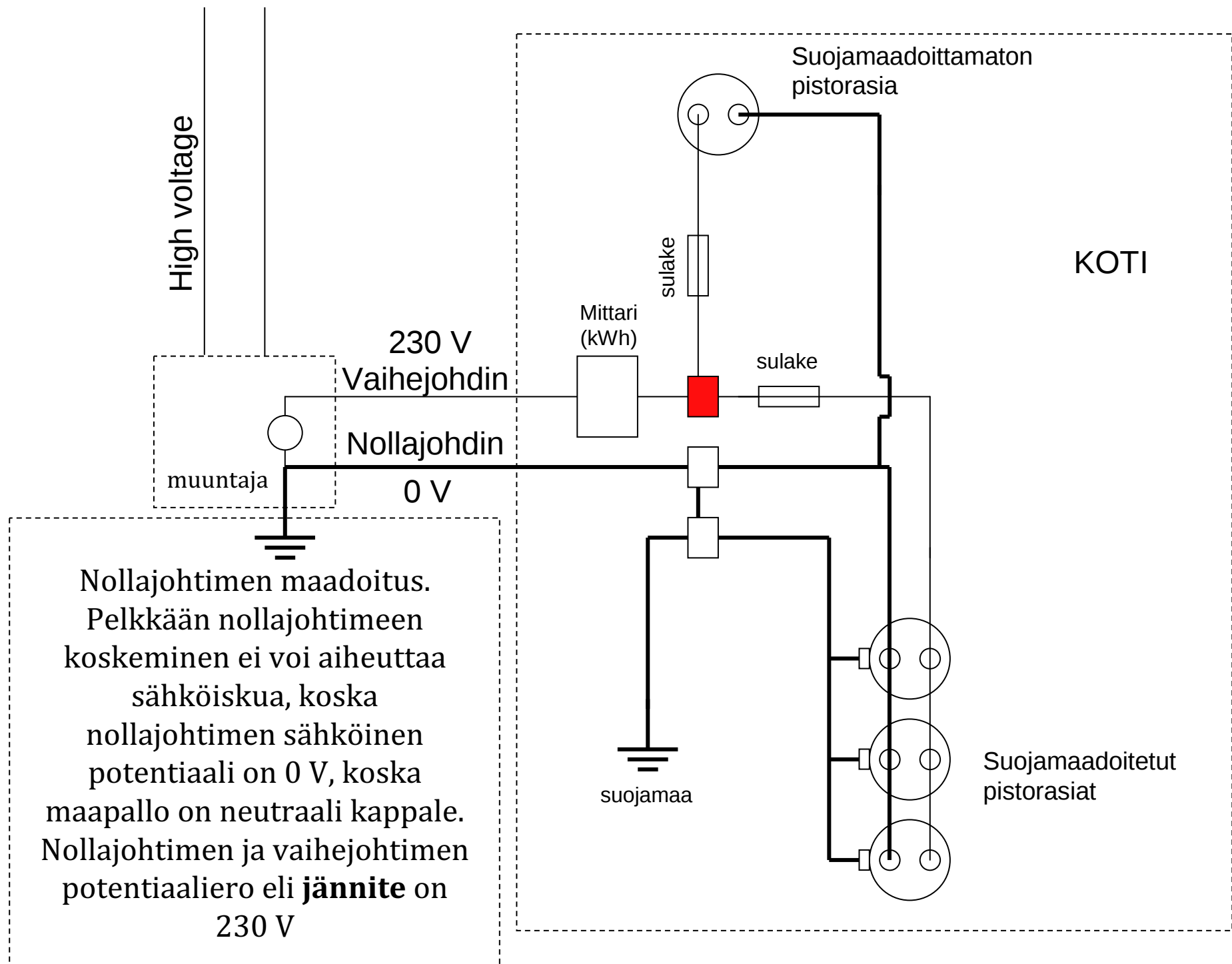
Fotodiode toimii "pimeässä" tavallisen diodin tavoin eli fotodiode estää virran kulun. Mikäli IR-fotodiode vastaanottaa infrapunasäteilyä, fotodiode läpäisee sähkövirtaa.

Infrapunailmaisin

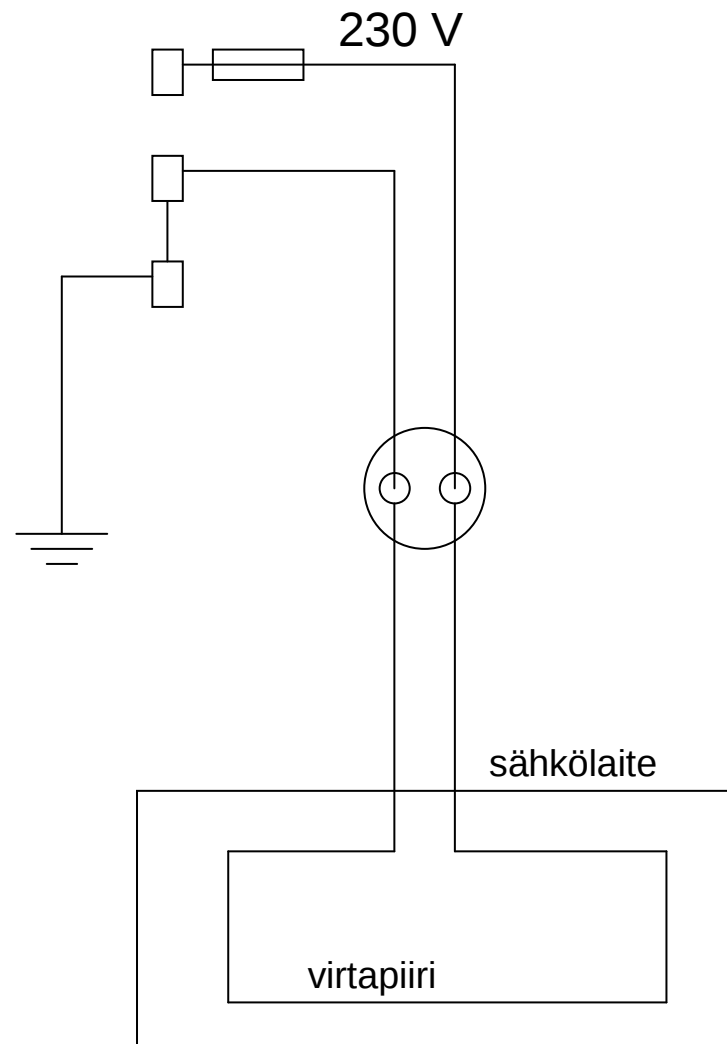


Kun fotodiodi vastaanottaa valoa, fotodiodin läpäisemä kantavirta muuttaa transistorin johtavaksi.

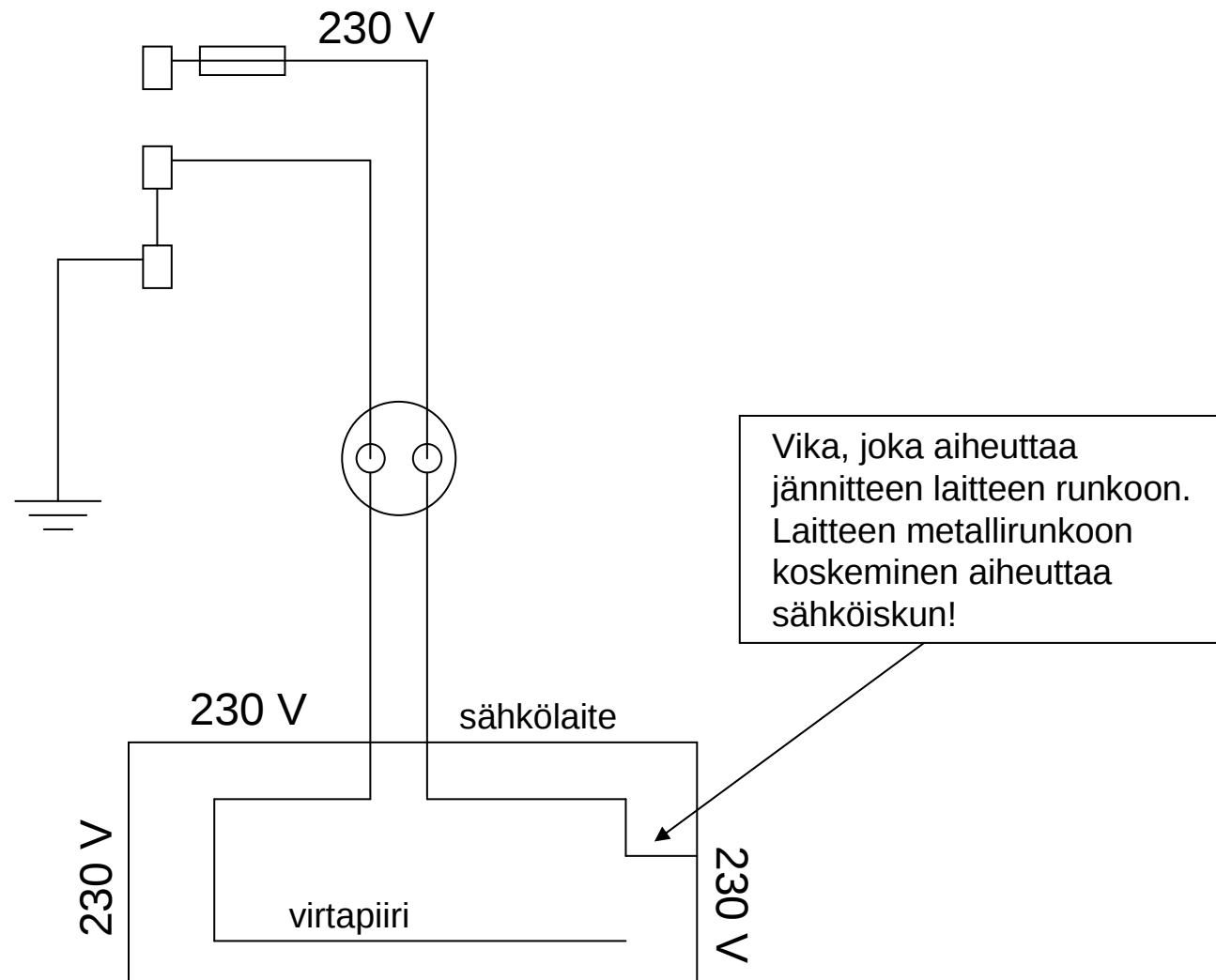
Kodin sähköverkko ja sähköturvallisuus



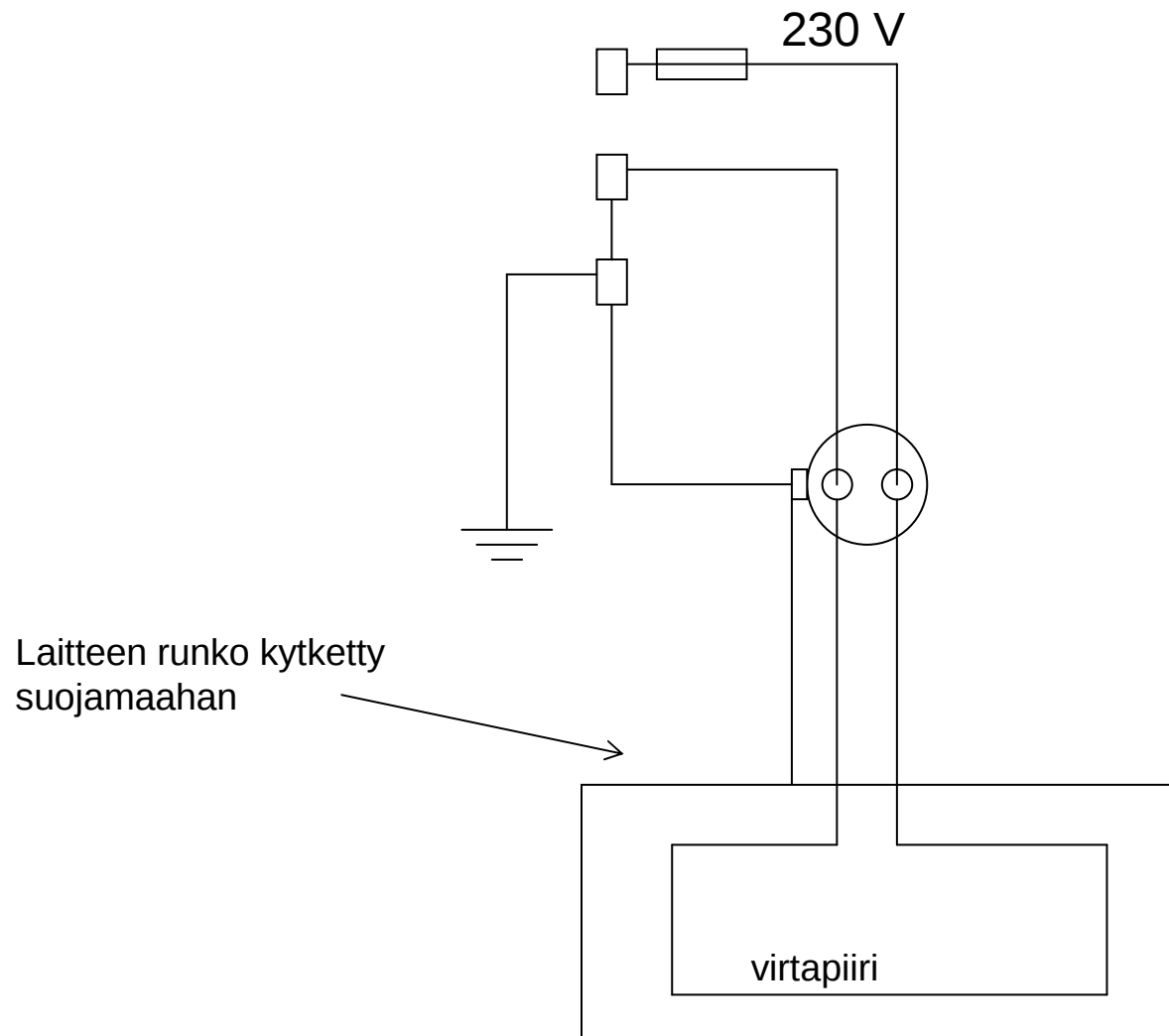
Suojamaadoittamaton pistorasiala



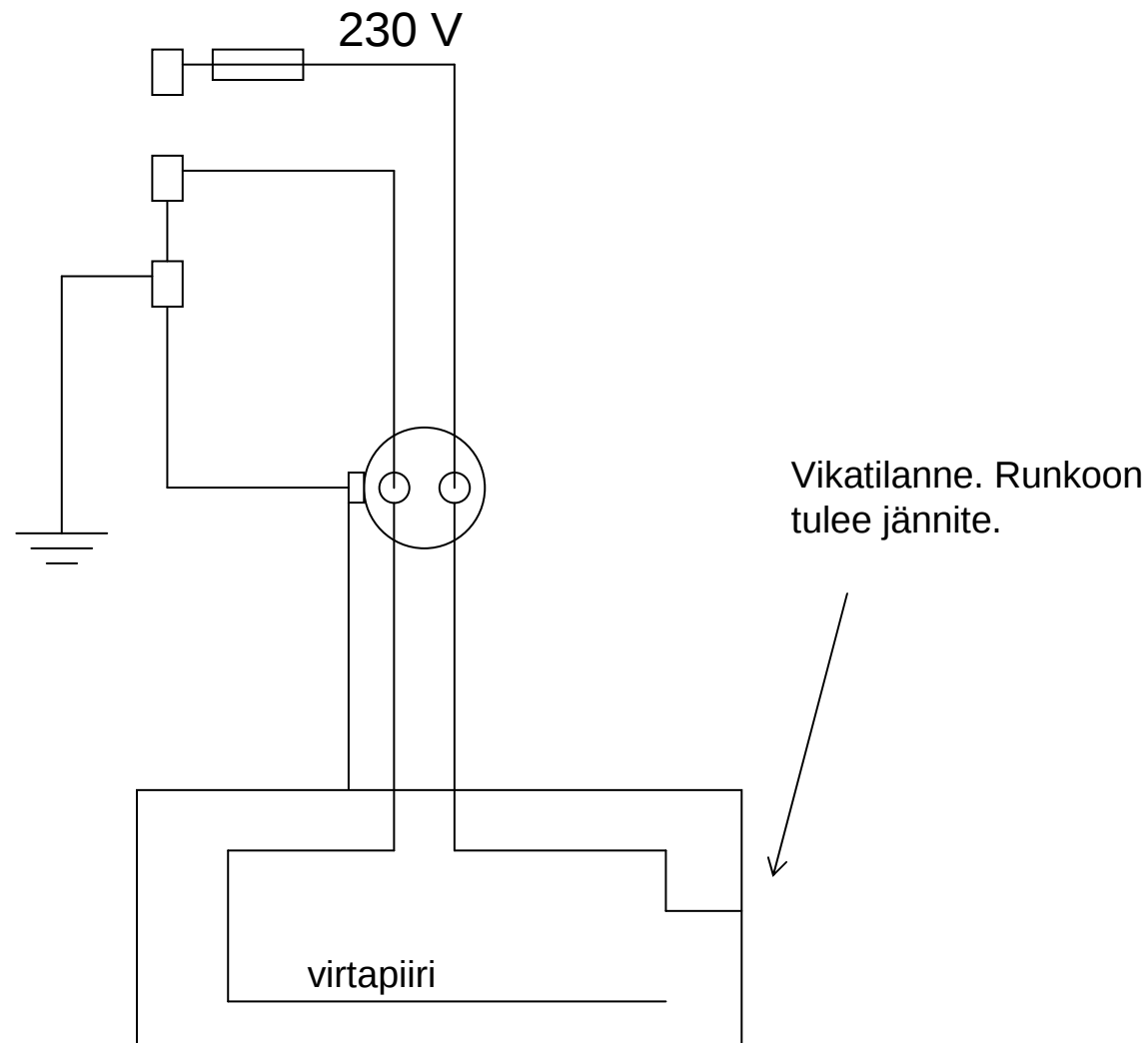
Suojamaadoittamaton pistorasia



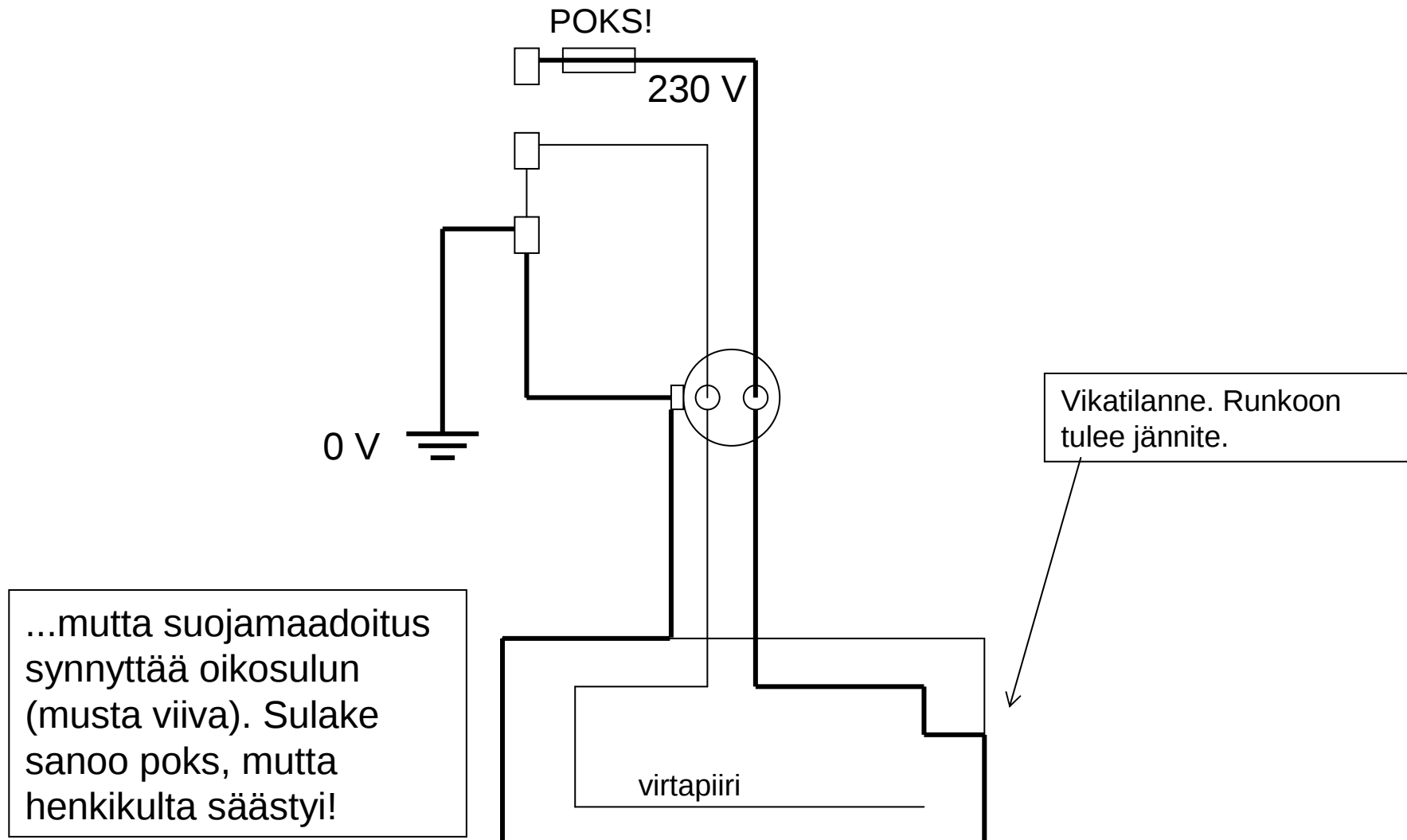
Suojamaadoitettu pistorasias



Suojamaadoitettu pistorasia

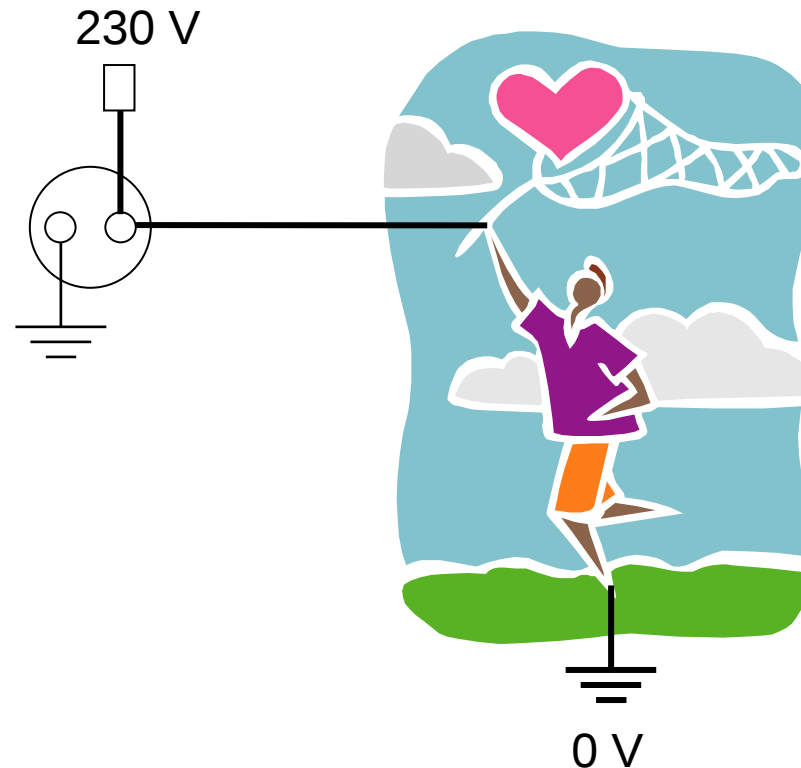


Suojamaadoitettu pistorasias



Vaihejohtimeen koskettaessa tilanteen vaarallisuus riippuu siitä, onko tyyppi maadoittanut itsensä. Jos henkilö on kontaktissa maahan, maadoitus tarjoaa virralle kulkureitin. Ilman maadoitusta sähköisku ”lyö sormille”, mutta ei ole vaarallinen.

Jos henkilö on tavalla tai toisella maadoittanut itsensä (esim. koskemalla keittiön hanaan) sähköisku on todella vaarallinen. Kaikista vaarallisin tilanne syntyy jos ruumiin läpi kulkeva sähkövirta kulkee sydämen kautta. Tämä saattaa pysäyttää sydämen tai aiheuttaa kammiövärinän, jossa sydän ei pumpkaa verta.



Kammiovärinä

Kammiovärinään joutuvaa sydäntä ei voi palauttaa normaaliin toimintaan muutoin kuin defibrillaattorin avulla.

Kammiovärinän aiheuttama verenkierron pysähtyminen vaurioittaa vakavasti aivoja jo 4-6 minuutin jälkeen.

Vaikka manuaalinen elvytys (painelu-puhalluselvytys) ei voi "korjata" kammiovärinää, elvytys varmistaa hapensaannin ja pumppaa verta aivoihin. Siksi elvytystä jatketaan ensiapuna potilaalle **siihen saakka** kunnes ambulanssi tulee paikalle.

Mitä jos kaveri ei hengitä?

Elvytystilanteessa hätänumeroon soitettaessa ei lässytetä vaan ensimmäinen asia joka sanotaan on:

"ELVYTYSPOTILAS!", osoite

Sanan **elvytyspotilas** kuullessaan hätäkeskuspäivystäjä ei ala arpomaan tilanteen vakavuutta, vaan käynnistää välittömästi puhelinpaikannuksen, jos soittaja on sekavassa tilassa tai soittaja ei muutoin ei osaa kertoa sijaintiaan. Samalla myös jossain piipaa-kuskit hyppää samantien autoon eikä jää puhaltelemaan kahvikuppiin.

Sähköiskun sattuessa

Sähkövirran kulkiessa elimistön läpi, sähkövirta aiheuttaa lihasten kouristuksenomaisen supistumisen, eikä uhri välttämättä pysty irroittamaan otettaan sähköiskun aiheuttamasta esineestä.

Uhriin ei tule koskea, sillä vaarana on se, että auttaja saa myös sähköiskun.

TAPA 1. Uhri kammetaan sähköä johtamattomalla esineellä irti sähköiskun aiheuttamasta esineestä.



Okei, kirja on jo hieman liioittelua mutta periaate on muuten tämä. (Kuinka monella ihmisellä edes on niin iso kirja että sen päälle mahtuu seisomaan??)

TAPA 2. Jos sopivaa kepakkoa ei ole käsillä, on jäljellä enää yksi vaihtoehto (ja tämä siis ei ole mikään vitsi!)

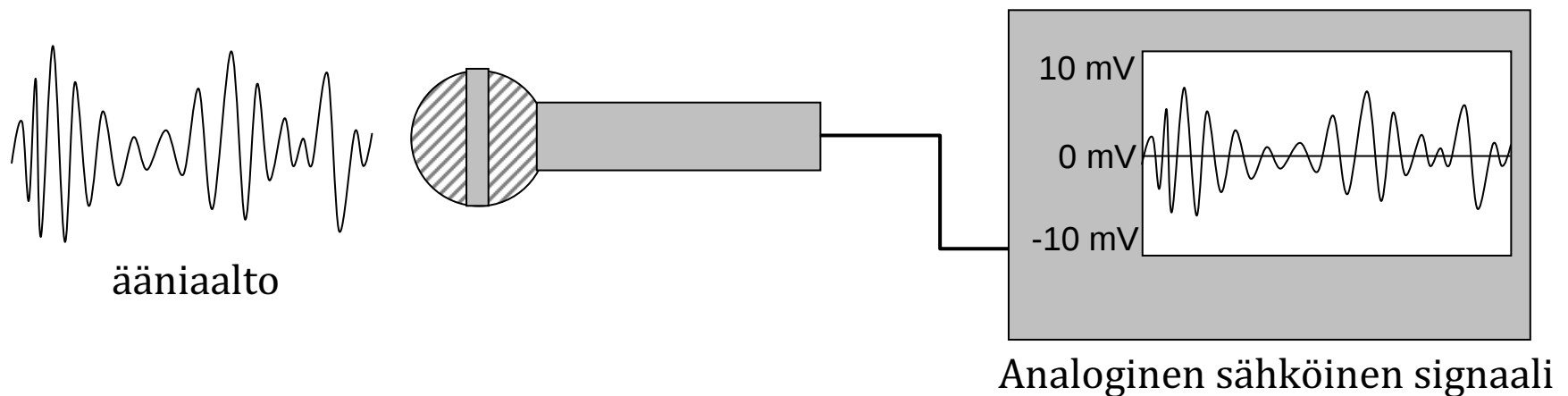


Tää on sun
omaksi
parhaaksi!

Digitaalisuus ja analogisuus

Analoginen elektroniikka

Analoginen elektroniikka käsittelee analogisia sähköisiä signaaleja. Analogisuus tarkoittaa vastaavuutta. Analoginen signaali vastaa suoraan sitä "dataa", jota signaali esittää.



Digitaalinen elektroniikka

Digitaalisuus-termi tulee sanasta digit = luku. Digitaalisessa signaalissa "data" eli informaatio on koodattu lukuina. Digitaalielektroniikan etu on mm. siinä että luvuilla voi suorittaa laskutoimituksia → tietokone.

Digitaalisissa signaaleissa tieto esitetään **binäärilukuina** eli lukuina, joissa on vain kaksi numeroa, 0 ja 1. Yksi luku, joka voi olla 0 tai 1, on nimeltään **bitti**.

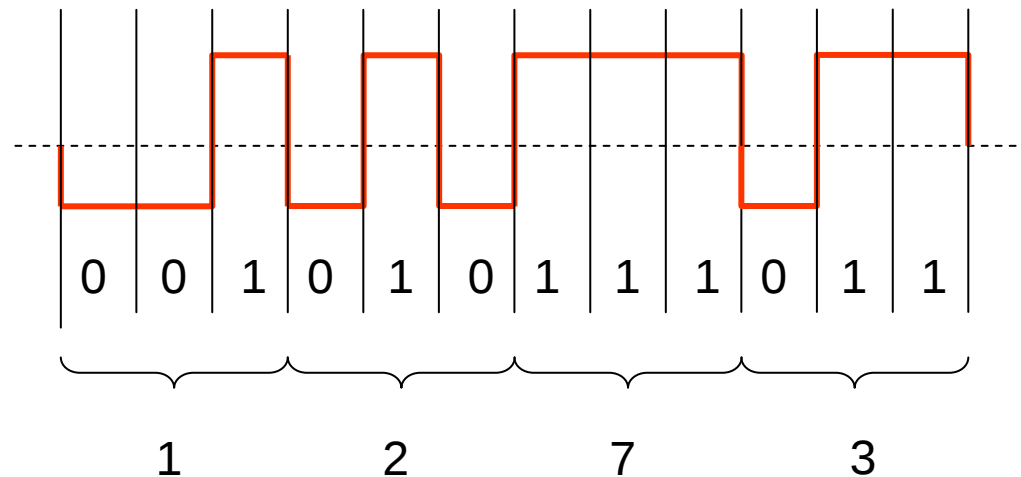
Alla on muutamia **kolmebittisiä** lukuja esitetty kymmenlukujärjestelmän lukuina (eli "normilukuina"):

$000 = 0$, $001 = 1$, $010 = 2$, $011 = 3$, $101 = 5$, $111 = 7$

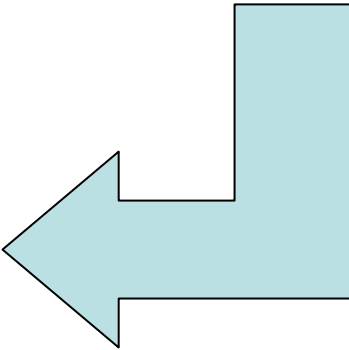
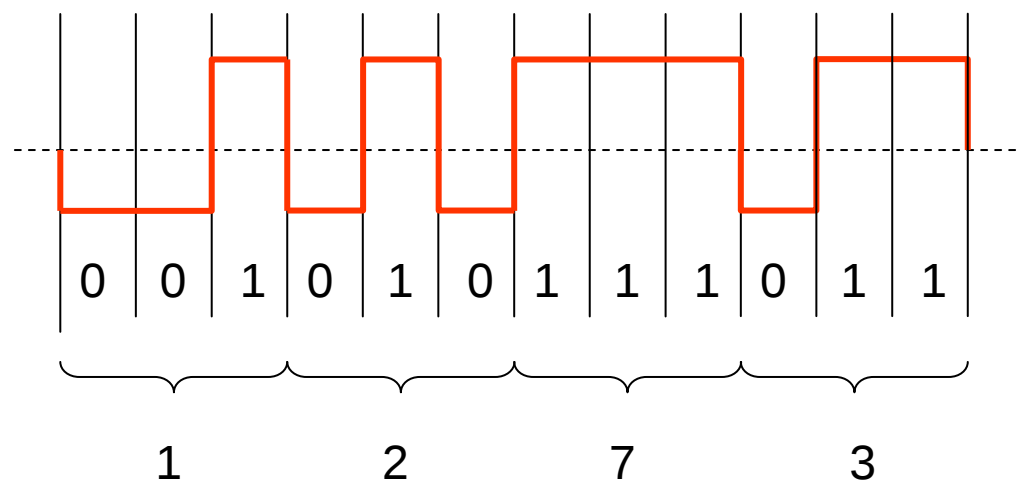
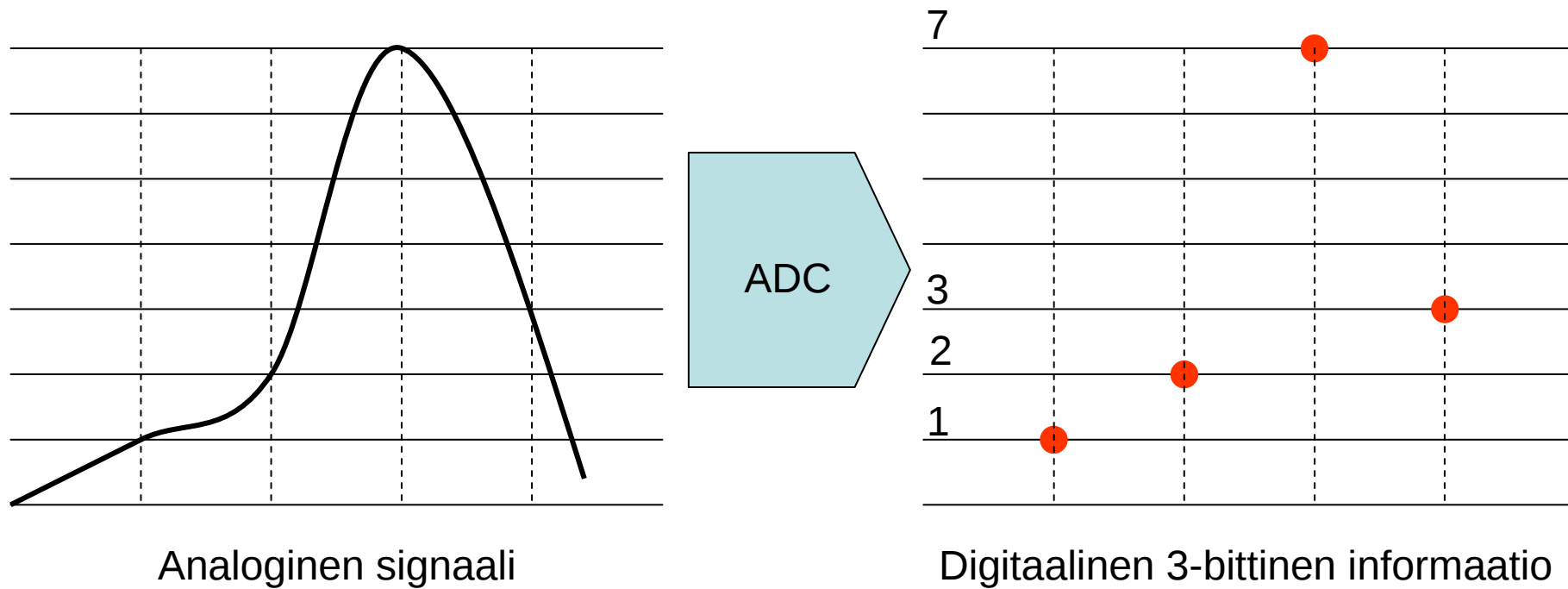
Kolmebittisillä binääriluvuilla voidaan näin ollen esittää kymmenjärjestelmän luvut välillä 0-7.

Digitaalinen signaali

Kun digitaalista informaatiota siirretään sähköisesti, käytetään jännitesignaalia, jossa on kaksi jännitetasoa, jotka vastaavat numeroita 0 ja 1. Jos halutaan esim. siirtää lukujono 1,2,7,3 kolmebittisenä digitaalisena signaalina, signaali on (yksinkertaisimmillaan) seuraavanlainen.

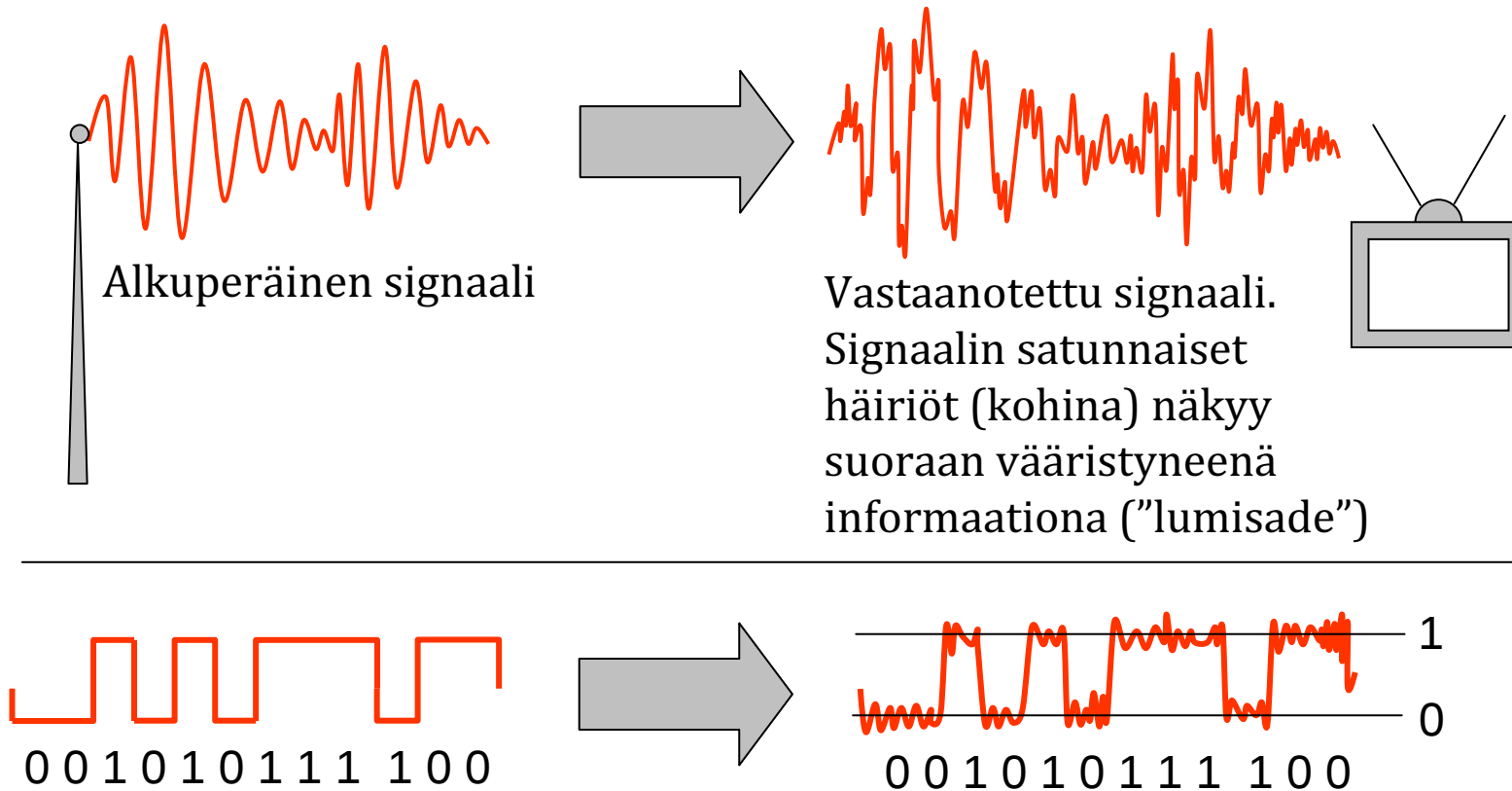


ADC = Analog-to-digital converter. Suomeksi: AD-muunnin



Digitaalinen informaatio
jännitesignaalinä.

Digitaalisuuden etu tiedonsiirrossa



Digitaalisessa signaalissa pienet satunnaiset häiriöt eivät muuta signaalin informaation sisältöä. Tieto siirtyy täysin virheettömästi, jos signaalin voimakkuuden ja kohinan suhde on tarpeeksi suuri (SNR = Signal-to-noise ratio).

Digitaalisuuden etu tiedonsiirrossa

Koska digitaalinen informaatio esitetään lukuina, informaatio voidaan pakata lyhyemmäksi matemaattisia **pakkausalgoritmejä** käyttäen. Esimerkiksi lukujono

1,1,1,1,2,2,2,10,10,10,10,10,10,10,5,5,5

voidaan pakata seuraavaan (ei-destruktiivisesti) muotoon:

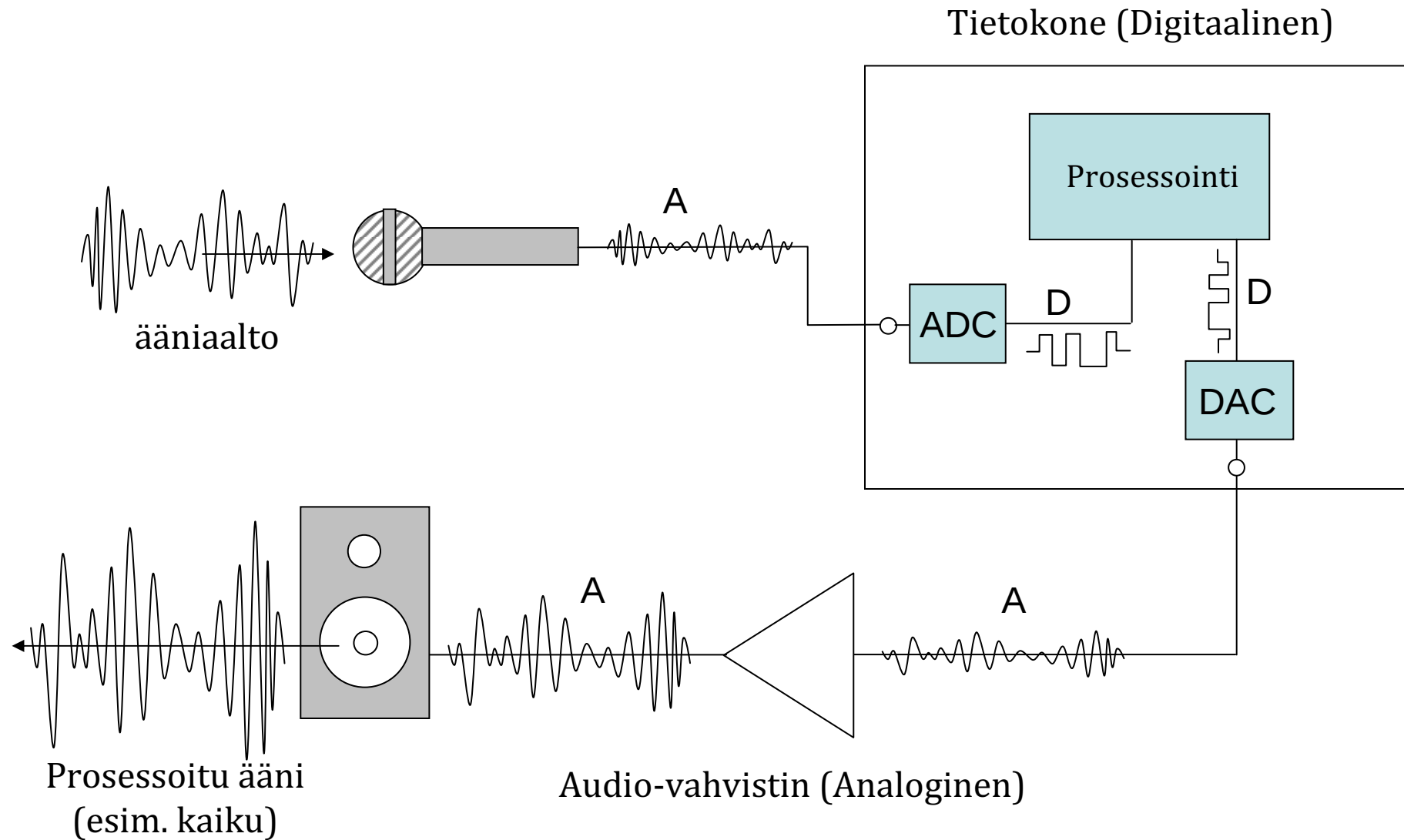
4,1,3,2,6,10,3,5

Suomessa digilähetykset on pakattu MPEG-2 pakkaus-algoritmia käyttäen, joka on ns. **destruktiivinen** pakkausmenetelmä (pakkaus hukkaa osan informaatiosta = huonontaa kuvanlaatua).

Television digiviritimen tehtävä on **purkaa** eli tulkita pakattu informaatio.

Mainittakoon, että mp3-tiedonsiirtomuoto on myös destruktiivinen, minkä kaikki YouTube-katselleet kyllä tietää muutenkin.

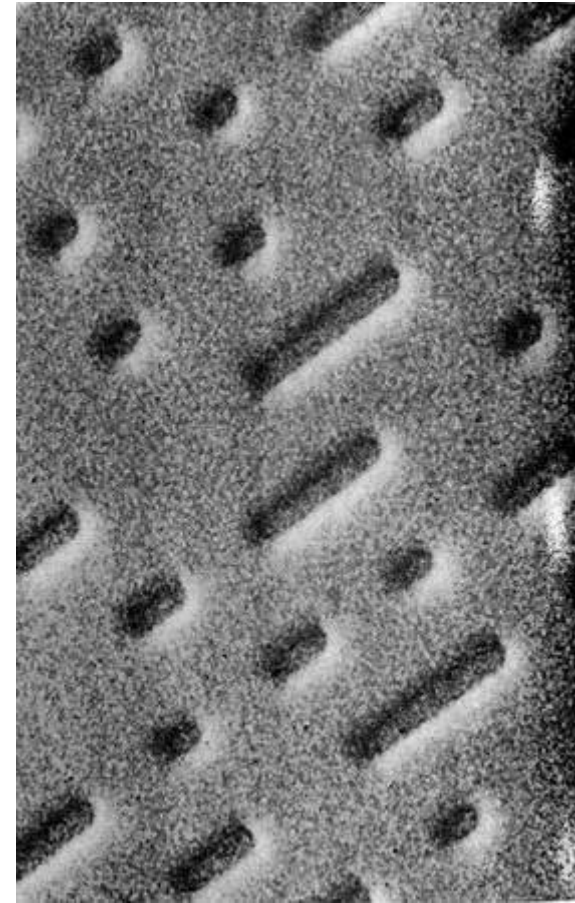
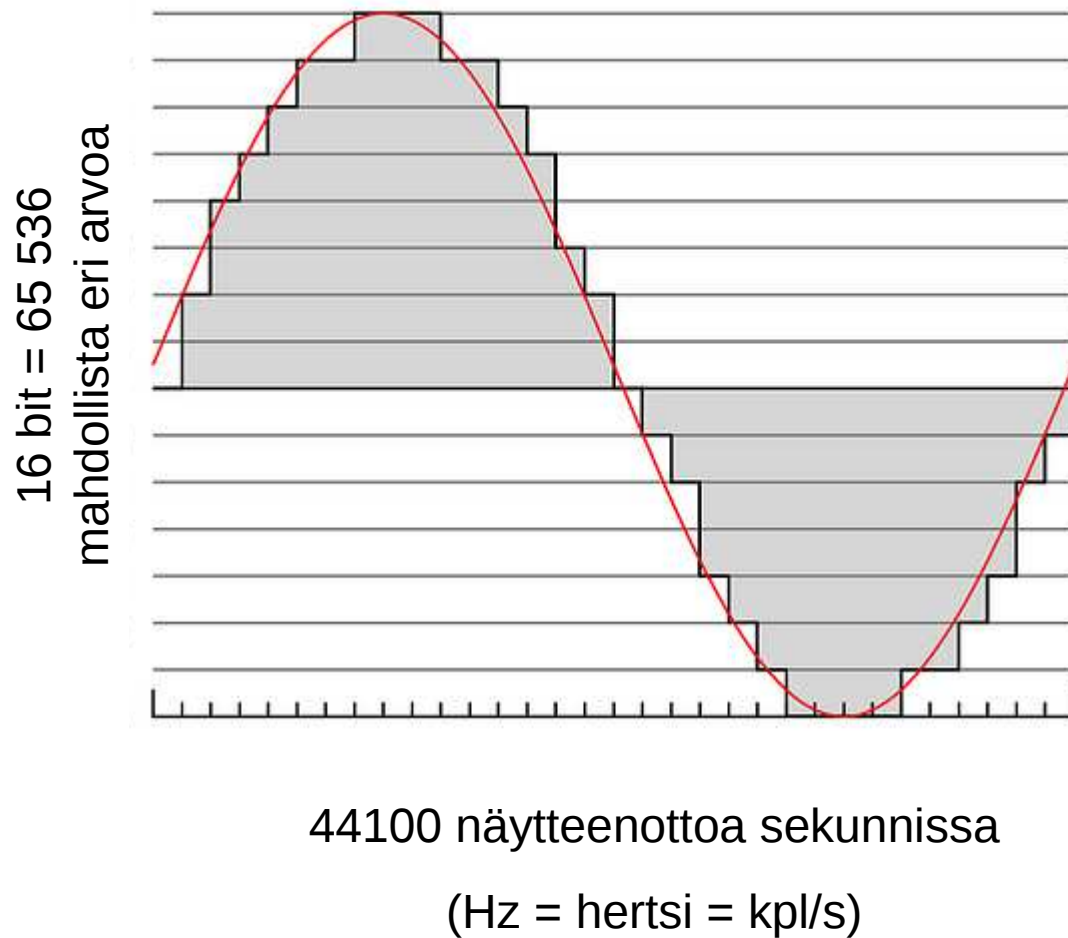
AD-DA-muunnokset



CD-tasoinen ääni:

Näytteenottotaajuus: 44,1 kHz

Resoluutio: 16bit



CD-levyn pinta: ykkösiä ja nollia! 16 koloa jokaista arvoa varten, $16 \cdot 44100 \cdot 2$ koloa jokaista sekuntia kohti.