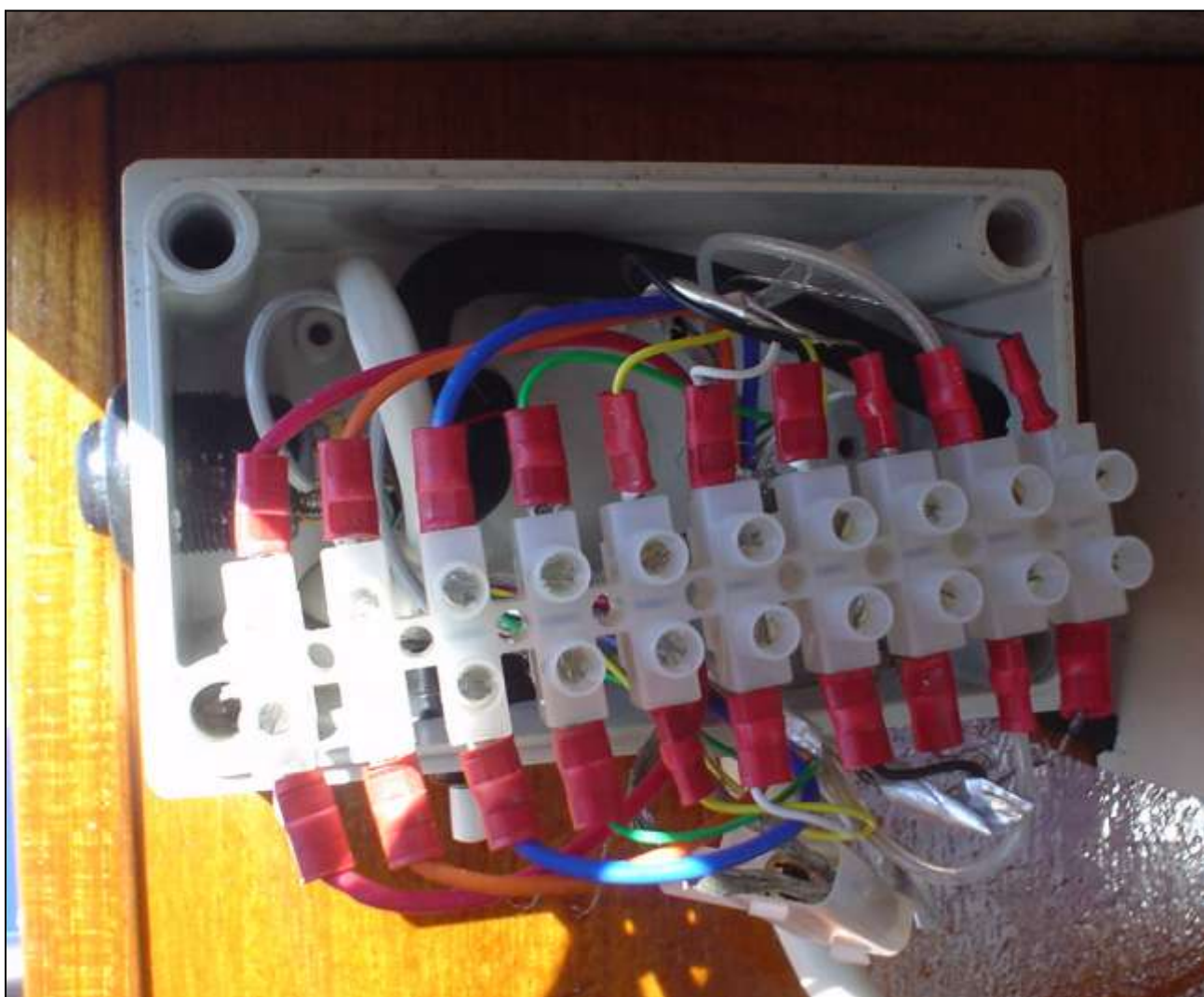


# Veneilijän Sähköopas

---

**Mobile House Oy**

©Hannu Laine



*Meniköhän tämä nyt oikein @##£\$\\@\*....*

## Sisällys

Taustaa .....	3
1. Veneen sähkön periaatteet .....	4
2. Sähkön suureet .....	5
Jännite (Voltti) U .....	5
Virta (Ampeeri) I .....	6
Resistanssi (Ohmi) R .....	6
Teho (Watti) P .....	7
Sähkömoottorit ja solenoidit .....	7
3. Suureiden keskinäiset suhteet .....	9
4. Kytkinkaavat .....	10
5. Yleismittarit .....	14
Kalibrointi .....	14
Mittaustavan ja asteikon valinta .....	14
Mittajohtojen kytkeminen .....	15
Mittauskohdan valitseminen .....	16
6. Jännitehäviön yleisiä syitä .....	19
7. Vaihtosähkö (AC) .....	23
8. Muutamia yleisiä laitteita .....	24
Vaihtovirtalaturi .....	24
Säätimen toiminta .....	25
Diodi .....	26
Rele .....	27
Solenoidi .....	27
Akku .....	28
Summeri / Äänitorvi .....	29
9. UNI-T YLEISMITTARI .....	30

# Taustaa

Taloudellisista lähtökohdista johtuen olen aina veneillyt jo hyvään ikään ehti-neillä veneillä. Veneiden ikä ei kuitenkaan ole kovin suuri ongelma, koska rungot kestävät lähes ikuisuuksia eikä moottoreistakaan saa yleensä ajamalla elinikää umpeen. Usean vuosikymmenen kokemuksella voin sanoa, että veneen on-gelmat liittyvät varsin usein sähkölaitteiden toimintaan.

Keskusteltuani aiheesta erinäisissä laituriparlamenteissa ja veneilyyn liittyvissä piireissä on käsitykseni vahvistunut entisestään. Jostain kummallisesta syystä sähkövikoja pidetään erittäin hankalina ja mystisinä eikä niiden korjaamiseen yleensä ole ollut erityistä rohkeutta.

Olen jo vuosia kannustanut kanssaveneilijöitä hankkimaan edullisia ja yksin-kertaisia yleismittareita veneeseensä. Mittarihan antaa mahdollisuuden sähkön havaitsemiseen. Tästä on ainakin ollut se etu, että mennessäni selvittämään eri veneisiin häiriötilanteita, mittari on ollut jo valmiiksi veneessä ja se on koskemat-tomana uuden karheassa kunnossa.

Käytyäni Suomen Veneilyliiton kouluttajakoulutuksen ryhdyin aktiivisesti miet-timään, miten sieltä saamaani oppia voisi hyödyntää kerhon koulutustoiminnassa parhaiten. Päätin aloittaa helpoimmasta päästä, veneen sähköistä.

Koulutuksen suunnittelun lähtökohtana oli se tosiseikka, että veneen sähköllä toimivat laitteet eivät useinkaan ole ongelmien aiheuttajia, kunhan ne vaan saavat tarvitsemansa sähkön toimiakseen. Ryhdyin laatimaan koulutusohjelmaa ja valmistelin siihen tarvittavan esitysmateriaalin ja käytännön harjoittelun tarvitsemat komponentit ja kytkennät.

Loogiseen päättelyyn riittää se, että ymmärtää veden virtaavan alajuoksulle sitä suuremmalla virtauksella, mitä enemmän yläjuoksulla on vettä. Perehtymällä yksinkertaistettuna sähkön olemukseen, sen suureisiin ja niiden keskinäisiin vaikutuksiin sekä tutustumalla oman yleismittarin käyttöön, on saatavilla valmiu-det useimpien häiriöiden sekä korjaamiseen että ehkäisemiseen.

Vaikeinta sähköön perehdyttämisessä on pitää kiinni siitä rajauksesta ja katta-vuudesta, mihin on alun perin päättänyt riman asettaa. Varmaankin siksi suurin osa aihetta käsittelevästä kirjallisuudesta ja opetuksesta tahtoo viuhua maallikon hiusvarustuksen yli. Toivon lukijankin muistavan tämän. Aiheesta voi saada jopa korkeakoulutasoista opetusta mutta tässä aineistossa on asioita oikaistu, yleistet-ty ja yksinkertaistettu siinä määrin, että sen omaksuminen riittää oleellisimpaan, veneen sähköhäiriöistä valtaosan poistamiseen. Kädessäsi on siis yksinkertaistet-tu opas, ei tietokirja.

Haluan kiittää tämän materiaalin synnystä Suomen Veneilyliiton koulutus-toimikuntaa, katsastustoimikuntaa sekä Keilalahden Venekerholaisia, etenkin Sakari Korhosta ja Jukka Heikkistä kannustuksesta sekä tuesta tähän projektiin ryhtymiseksi että materiaalin kehittämisessä.

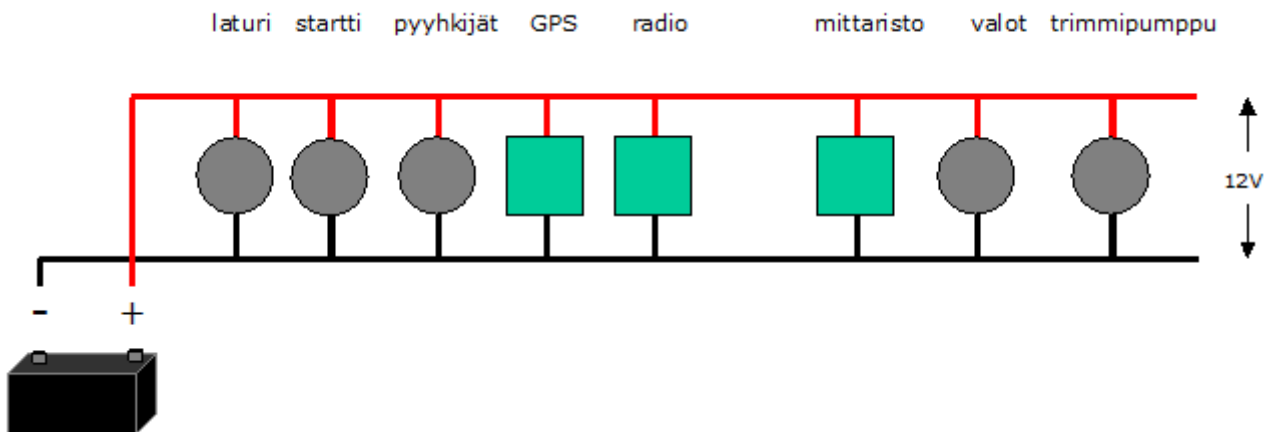
Espoossa 1.5.2003

Hannu Laine

# 1. Veneen sähkön periaatteet

Veneen sähköiset olosuhteet ovat kovat. Ystäväni lähti joitakin vuosia sitten hyväkuntoisella purjeveneellä Välimereltä Atlantin ylitykseen. Kahden viikon sisällä kaikki sähkölaitteet kannettavaa GPS:ää lukuun ottamatta lakkasivat toimimasta. Laitteet eivät menneet rikki, ne vain lakkasivat toimimasta täkäläisiä vesiä rutkasti suolaisemmassa ja liitoksia hapettavammassa ympäristössä. Itselläni oli aikanaan hieno Family Cruiser matkavene. Mahonkisen päälirakenteen kevätkunnostuksen lisäksi puuhaa riitti pitkin koko kautta "päivän vian" korjaamisessa. Nämä viat olivat lähes kaikki sähkövikoja. Kun myin veneen, uusin sen sulakerasiat liitoksineen ja olen veneen ostajan kanssa edelleen erittäin hyvä kaveri. Päivän viasta ei ole enää tietoaakaan. Nykyisen veneeni ohjaajan puoleinen lasinpyyhkijä lähti aluksi toimimaan vain tömäyttämällä nyrkillä napakasti ohjauspulpettiin. Vikojen korjaaminen ei voi siis olla kovin vaikeata. Jokaisella vähänkin kokemusta hankkineella veneilijällä on taatusti joitakin samantapaisia kokemuksia.

Veneen sähköjärjestelmät ovat yleisimmin 12-voltttisia. Toimiakseen kaikkien laitteiden napoihin johdetaan siten 12V jännite. Siinä oikeastaan koko juttu.



Jos veneesi sähköjärjestelmä on 6- tai 24-voltttinen, ei teoria varsinaisesti muutu tästä miksiäkään. Jatkossa esiintyvät mittaukset ja esimerkit vain lasetaan eri arvolla. Kaikissa tapauksissa sähköjärjestelmän jännite (tietenkin maasähköä lukuun ottamatta) on alle 48V. Alle 48V jännitettä kutsutaan sähköturvallisuuksissa pienjännitteeksi.

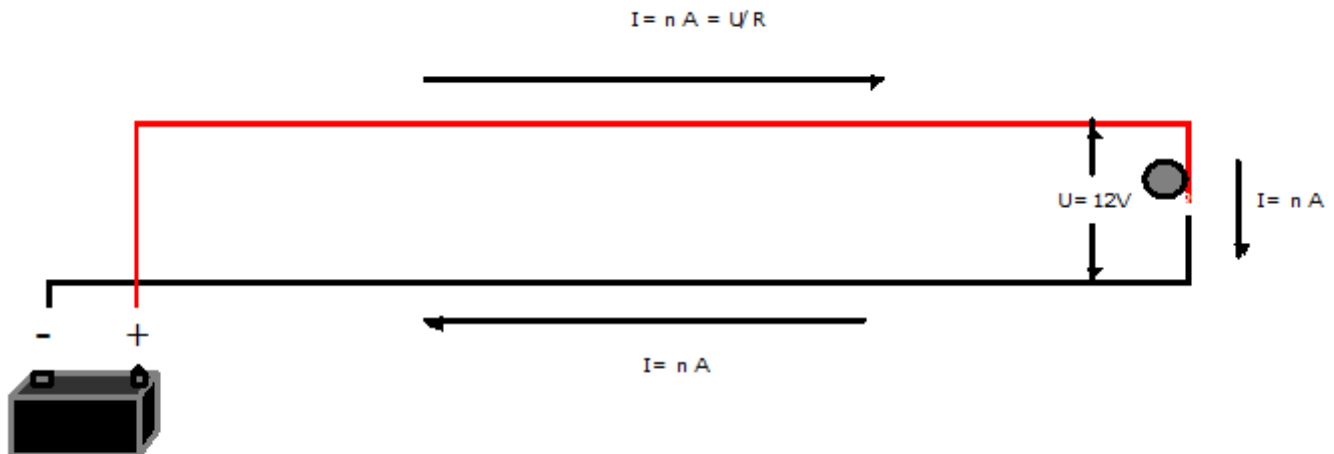
Pienjännitteen asennuksiin ja sähkötöihin ei tarvita asennuslupia eikä ne voimakkaita oikosulkuilanteita lukuun ottamatta sisällä erityisiä vaaroja tai riskejä. Näihin tilanteisiin otetaan lyhyesti kantaa oppaan lopussa.

Emme tässä vaiheessa pyri perehtymään sähköllä toimivien laitteiden korjaamiseen vaan keskitymme veneeseen yhtenä sähkölaitteena jossa erilliset laitteet ovat sen komponentteja. Eri laitteiden korjaamiseen tarvitaan jo syvempää perehtymistä ja jokaisesta laitteesta on oltava omat korjausoppaansa ja kytkinkaavionsa.

**Sähköjärjestelmän periaate on, että kaikkien toimivien laitteiden syöttöjännite on sama kuin akun jännite.**

## 2. Sähkön suureet

**Voidakseen ymmärtää, miten sähkö käyttäytyy, kolmen tai neljän suureen tunteminen on välttämätöntä. Aiheestahan on mahdotonta käydä keskustelua tai pohdintaa jos ei olisi käsitteistöä asiaan liittyville tekijöille.**



- Voltti (V) = jännite (U), joka syöttää virtaa virtapiiriin tai jännitehäviö jonka laitteen navoista voi mitata
- Ampeeri (A) = virta (I), joka kulkee virtapiirin osien läpi
- Ohmi ( $\Omega$ ) = resistanssi (R) eli vastus, jonka laite aiheuttaa virran kululle
- Watti (W) = teho (P), jonka jännite ja virta tuottaa/kuluttaa

### Jännite (Voltti) U

Tasasähkö tarkoittaa sitä, että sähkö kulkee aina yhteen suuntaan. Tasajännite tarkoittaa jännitelähteen navoissa olevaa jännite-eroa (akussa 12V) joka syntyy siitä, että sen eri navoissa olevien aineiden atomeissa on eri määrä elektroneja. Koska luonnossa erimerkkisyys pyrkii aina tasapainoon, jos sille annetaan siihen mahdollisuus, edustaa jännite voimavaraa, potentiaalia joka mahdollisuuden saadessaan saa aikaan elektronien virtauksen virtapiirissä. Jännitteen mittayksikkö on *voltti* (V) ja sähköopin kaavoissa se merkitään kirjaimella U.

- U on n voltia.
- tuhat voltia on yksi kilovoltti (kV)
- tuhannesosa voltia on yksi millivoltti (mV)
- 100 millivoltia on 0,1V

**Akun navoissa saattaa olla latauksen aikana jopa 14V jännite. Vian etsintä tehdään koneen ollessa pysäytettynä 12V jännitteellä, koska koneen ollessa käynnissä laitteet saattavatkin alkaa korkeamman jännitteen ansiosta toimimaan.**

## Virta (Ampeeri) I

**Ilman sähkövirtaa ei laitteissa tapahdu mitään. Jännite vain mahdollistaa sähkövirran kulkemisen virtapiirissä. Vaikka virta on kaiken A ja O, juuri sen tarkka määrittäminen on kohtuullisen hankalaa kotikonstein. Virtamittaukseen sopivat mittarit ovat kalliita ja niiden käyttö vaatii harjaannusta. Virran mittaamiseksi laite on irrotettava virtapiiristä, koska mittaus pitäisi tehdä laitteen kanssa sarjassa. Virheellisesti tehty virtamittaus rikkoo helposti kalliinkin mittalaitteen. Tässä yhteydessä virtaan suhtaudutaankin keskeisenä mutta puhtaasti teoreettisena arvona. Sen ymmärtäminen on tärkeää mutta tarkka havainnoiminen ei.**

Kun jokin sähköä johtava laite kytketään jännitelähteen napoihin, elektronien ero saa mahdollisuuden tasaantua virtaamalla virtapiirissä johtimien ja eri komponenttien läpi navasta toiseen. Elektronien virran mittayksikkö on *ampeeri* (A) ja se merkitään sähköopin kaavoissa I kirjaimella.

- I on n ampeeria.
- tuhannesosa ampeeria on yksi milliampeeri (mA)

Veneessä ei starttimoottoria ja laturia lukuun ottamatta esiinny juurikaan yli 20A virtoja. Jääkaappi ja lämmitin ovat tavallisesti suurivirtaisimpia laitteita ja niiden virrat ovat kahden ja viiden ampeerin luokkaa. Elektroniset laitteet kuten GPS, radio, puhelin, kaiku jne. ovat yleensä reilusti alle ampeerin laitteita.

**Virtaa ei yleensä mitata vaan sen suuruus hahmotetaan laitteen tehon mukaan. Sen suuruuden hahmottaminen on tärkeää jännitehäviöitä arvioitaessa.**

## Resistanssi (Ohmi) R

**Jos mikään ei virtapiirissä rajoittaisi virran kulkua, kyseessä olisi suora oikosulku ja virta olisi teoreettisesti ääretön. Ääretöntä virtaa ei tietenkään ole koska jännitelähteellä on aina rajallinen kyky tuottaa sähkövirtaa. Akun oikosulku voi muodostaa jopa satojen ampeereiden virran. Resistanssi on siis välttämätön virtapiirin hallitulle toiminnalle mutta väärässä kohdassa se estää koko rakenteen toimimisen.**

Kaikilla komponenteilla, johdoilla, liitoksilla tms. on ominaisuus vastustaa sähkövirtaa muuttamalla sähköenergiaa liikkeeksi tai lämmöksi. Aineen kykyä vastustaa sähkövirtaa kutsutaan resistanssiksi ja sen mittayksikkö on *ohmi* ( $\Omega$ ). Sähköopin kaavoissa resistanssi merkitään kirjaimella R.

- resistanssi on n ohmia
- tuhat ohmia on yksi kilo-ohmi ( $k\Omega$ )
- tuhannesosa ohmia on yksi milliohmi ( $m\Omega$ )

Resistanssilla tarkoitetaan laitteen tai komponentin ainerakenteesta muodostuvaa kykyä virran vastustamiseen. Tämä on melko yksiselitteistä tasajännitteisissä

piireissä mutta vaihtojännitteen osalta tilanne on toinen. Vaihtojännitteessä mukaan astuu muuntajien, kelojen ja kondensaattorien vaikutus virtapiiriin. Nämä komponentit ovat tasajännitteellä käytännössä arvottomia mutta alkavat toimia jännitteen jatkuvassa muutoksessa. Kyseessä on kapasitanssin ja induktanssin vaikutus virran kulkuun. Siten toimivan elektronisen laitteen sähkövirran kulkuun vaikuttaakin sen kaikki komponentit, jotka ikään kuin "heräävät" vasta eritaajuisten värähtelyjen seurauksena. Tätä sähkövirran vastustuskykyä kutsutaan **impedanssiksi**. Emme kuitenkaan tässä keskity suuremmin impedanssin käsitteeseen, koska keskitymme vain sähköjärjestelmään siinä toimivien laitteiden sijaan. On kuitenkin ymmärrettävä, että laitteen resistanssia ei läheskään aina voi mitata sen jännitteen syöttönavoista koska sen virran määrään vaikuttaa nimenomaisesti impedanssi. Silti sen nimellistehosta, -virrasta ja -jännitteestä voi päätellä sen resistiivisen arvon.

**Sähköjärjestelmässä lähdetään siitä, että johtojen, liitoksien, sulakkeiden ja kytkinten resistanssi on käytännössä nolla. Resistanssin hahmottaminen on tärkeää jännitehäviön synnyttäjänä.**

## **Teho (Watti) P**

Kun sähkövirta kulkee laitteen läpi, sen energia muuttuu lämmöksi (joka hehkuu valona) tai magnetismiksi (sähkömotoriseksi voimaksi, joka saa aikaan liikettä). Tätä ilmiötä kutsutaan tehoksi. Tehon mittayksikkö on watti (W) ja sähköopin kaavoissa se merkitään P -kirjaimella.

Tuhat wattia on yksi kilowatti (kW), miljoona wattia on yksi megawatti (MW) ja tuhannesosa wattia on yksi milliwatti (mW).

**Teho kuvaa aikaansaatavan työn määrää ja siten siihen tarvittavan tehon määrää eli kulutusta. Lamppujen ja moottoreiden tehokkuuden keskinäiseksi arvioimiseksi tarvittava mittayksikkö on watti. Virallisesti hevosvoimista on luovuttu.**

## Sähkömoottorit ja solenoidit

Jokainenhan tietää, että auto tai vene haukkaa liikkeelle lähtiessään enemmän polttoainetta kuin kulussa. Sähkömoottorissa ja solenoideissa on sama ilmiö. Kun moottori ei pyöri, sen käämeissä kulkee huomattavasti suurempi virta kuin moottorin pyöriessä. Tämä johtuu vahvasti yksinkertaistettuna siitä, että sähköä avulla muodostetaan magneettikenttä, jonka toivotaan siirtävän rautakappale magneetin kannalta toivottuun asentoon. Käämin resistanssi on sitä pienempi (virta on suurempi) mitä epäedullisemmässä asennossa liikuteltava rautakappale on. Kun rautakappale on oikealla kohdalla, käämin resistanssi on suurimmillaan ja virta pienimmillään. Jumiin jäänyt moottori polttaakin tästä syystä yleensä sulakkeen. Jos sulake ei pala, palaa moottori. Virta kasvaa niin suureksi, että moottorin kuumeneminen sulattaa käämin eristekerroksen ja moottori tuhoutuu käytännössä korjauskelvottomaksi.

**Laakereiden ja solenoidien puhtaus ja herkkyys on osa toimivaa sähköjärjestelmää ja virrankulutuksen hallintaa.**

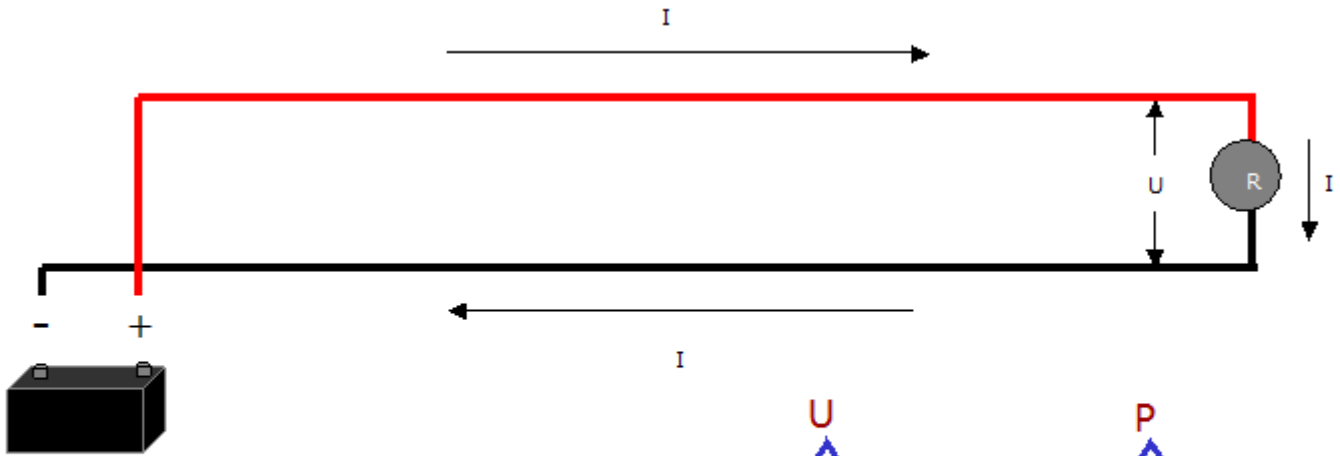
Veneessä suurimmat virrankuluttajat ovat usein jääkaapin ja lämmittimen sähkömoottorit. Kun sähköjärjestelmään alkaa syntyä ylimääräisiä jännitehäviöitä ja laitteiden jännite putoaa, alkaa virran kulutus kasvamaan entisestään. Alijännitteestä johtuen moottorit pyörivät normaalia hitaammin ja ovat jatkuvasti ikään kuin käynnistymäisillään. Alemmasta jännitteestä huolimatta virran kulutus kasvaa ja akku tyhjenee entistä nopeammin.

**Riittävä akkukapasiteetti mahdollistaa toimimisen ns. yläreunan sähköllä, jolloin kaikki toimii paljon paremmin. Suurempikin akkukapasiteetti loppuu jossakin vaiheessa ja sen lataamiseksi tarvitaan vastavasti enemmän tehoa. Parhaiten akut pysyvät kunnossa lataamalla niitä tavallisella pienellä irrallisella akkulaturilla aina kun siihen on mahdollisuus. Tällöin akkujen kennot eivät eloksoitu ja niiden kapasiteetti pysyy suurena.**



### 3. Suureiden keskinäiset suhteet

Sähkön suureet ovat suorassa suhteessa toisiinsa (Ohmin laki). Tietämällä kaksi suurta, voidaan kolmas aina laskea.



- Ohmin laki

- peitetyn suureen laskukaava jää näkyviin

- Suureet ovat toisiinsa suorassa matemaattisessa suhteessa
- Kahden suureen arvosta voi aina johtaa kolmannen

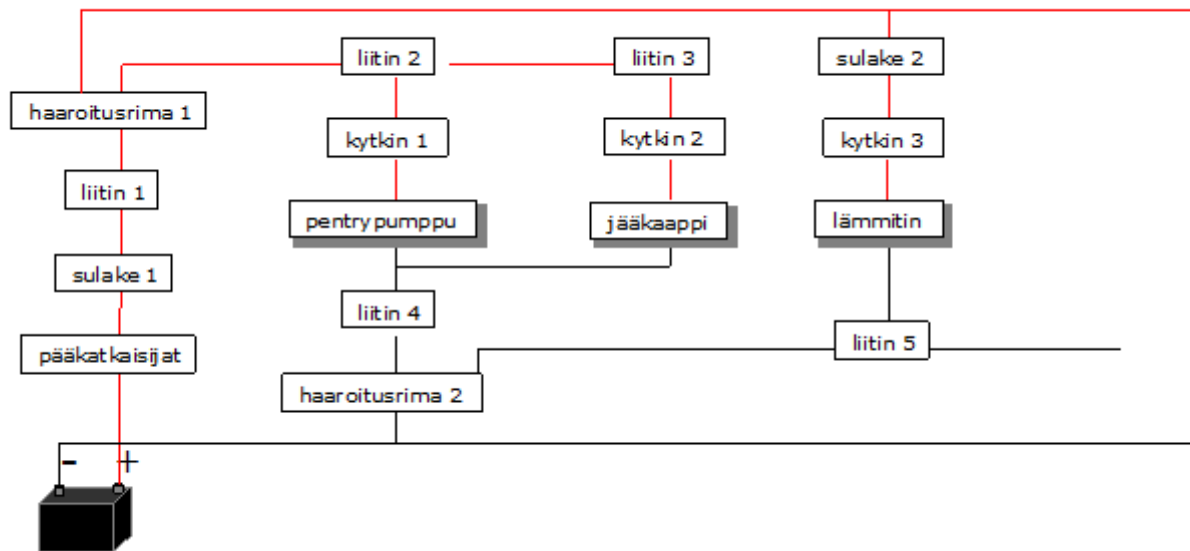
$U/R = I$	$U/I = R$	$R \cdot I = U$	$P/I = U$	$P/U = I$	$U \cdot I = P$
$V/\Omega = A$	$V/A = \Omega$	$\Omega \cdot A = V$	$V \cdot A = W$	$W/V = A$	$V \cdot A = W$

Suureiden keskinäistä vaikutusta kannattaa pohtia huolellisesti. Vertaaminen vesijohtoon helpottaa osittain hahmottamista. Jos vesijohtoon olisi kytketty siipipyörällä toimiva moottori, tilanne muistuttaa sähköpiiriin kytkettyä moottoria. Jos veden painetta kutsutaan jännitteeksi, hanaa katkaisijaksi siipipyörää moottoriksi jolla on ominaisuus vastustaa virtausta, on virran jännitteen ja resistanssin keskinäinen vaikutus helppo oivaltaa. Veden paineen (jännitteen) lisääminen lisää virtaa jos hana on auki. Jos hana on huono (syntyy resistanssi), virta vähenee. Siipipyörän kuorma (teho) aiheuttaa siipipyörään resistanssin, joka puolestaan vähentää virtaa. Mitoitukset johdossa on tehtävä siten, että virta voi olla riittävän suuri tarvittavan tehon aikaansaamiseksi.

**Suureiden keskinäisen vaikutuksen ymmärtäminen on syiden ja seurausten toisistaan erottamisen avain. Olemme tottuneet puhumaan jännitteestä vain syöttöjännitteenä. Jännitehäviö on kuitenkin jännitteen tärkeämpi ilmenemismuoto.**

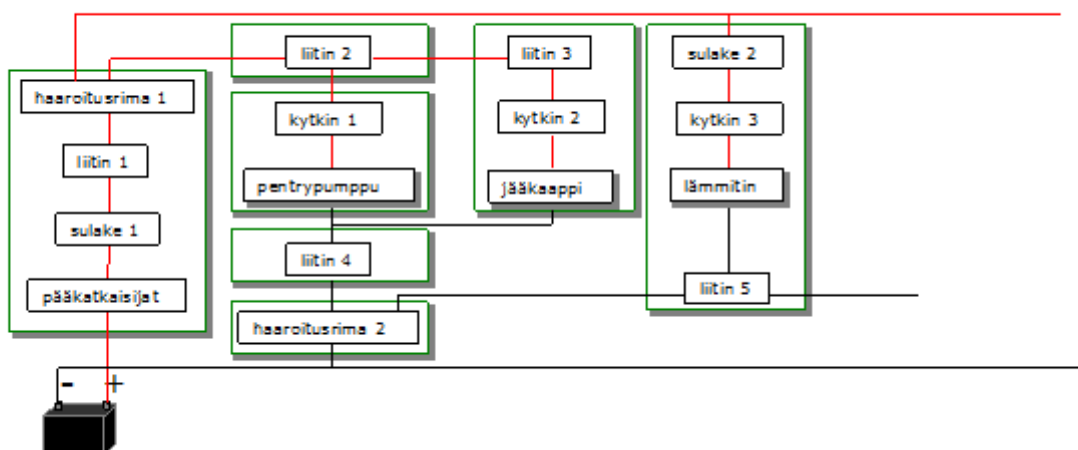
## 4. Kytkinkaavat

*Virtapiirin piirtäminen on toiminnallinen rakennepiirustus. Se eroaa konepiirustuksista tai arkkitehdin tekemistä rakennepiirustuksista siinä, että laitteita ei tarvitse sijoittaa fyysisesti oikeisiin paikkoihin ja mittasuhteisiin vaan pelkästään kytkentöjen kannalta oikeaan järjestykseen.*



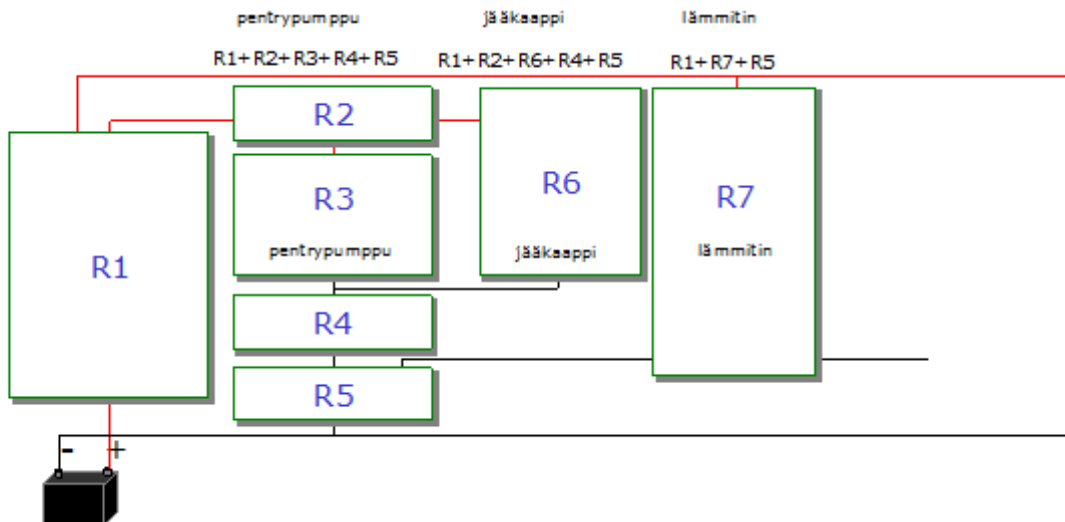
- Jokaisella liitoksella, johdolla ja laitteella on oma resistanssinsa
- Resistanssin merkitys kasvaa virran suhteessa ( $I=U/R$ )
- Peräkkäiset resistanssit lasketaan yhteen
- Rinnakkaiset haarautuvat virrat lasketaan yhteen

Sähkön ymmärtämisen ja vikojen korjaamisen helppous piilee kytkinkaavan vapaamuotoisessa piirrostavassa. Yksinkertaisesti piirretty, yksinkertaisesti korjattu. Koska emme tässä aineistossa pyri antamaan ohjeita sähkölaitteiden korjaamiseen vaan jännitteen saamiseen laitteen napoihin, on kytkinkaavion avulla helpohko määrittää eri mittauspisteitä ja vastaavasti katkoksen löydyttyä tehdä sen ohittaminen sopivasta pisteestä piiriä. Ei ole laitteen kannalta suurtaakaan väliä mitä reittiä sähkö tulee, kunhan se tulee ja sen sulake- ja kytkinjärjestelyt vastaavat suunniteltua.



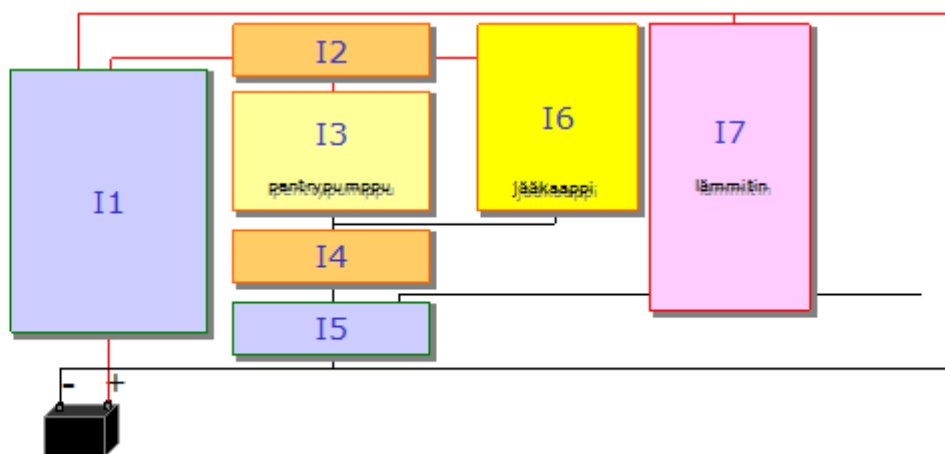
Virtapiiri on pystyttävä hahmottamaan osakokonaisuuksina, jotta niiden eri resistanssit ja virrat voidaan laskea yhteen.

- **Peräkkäiset resistanssit lasketaan yhteen**
- **Myös johdolla on resistanssi**
  - pidempi johto, suurempi resistanssi
  - paksumpi johto, pienempi resistanssi
  - parempilaatuinen johto, pienempi resistanssi



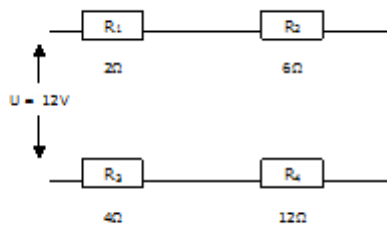
Rinnakkaiset piiriosat muodostavat omat osavirtansa ja kahden rinnakkaisen piirin yhteinen virta on niiden yhteenlaskettu virta. Piiriosan virta on sen jännitehäviö jaettuna sen resistanssilla ( $I=U/R$ ).

- **Rinnakkaiset haarautuvat virrat lasketaan yhteen (vrt. vesijohdot)**
- **Virtapiirin peräkkäisissä osissa virta on aina sama**
  - muuten kyseessä on maavuoto tai selittämätön luonnonoikku
  - $I_1$  ja  $I_5 = I_2 + I_7$
  - $I_2$  ja  $I_4 = I_3 + I_6$



Jännitehäviö on sarjaan kytkettyjen osajännitehäviöiden summa.

- Veneen sähkövikojen paikantaminen on jännitehäviön ymmärtämistä
- Virtapiirissä syntyy aina yhteensä nimellisjännitteen suuruinen jännitehäviö
- muuten akun molemmissa navoissa olisi sama jännitetaso
- Jännitehäviö jakaantuu virtapiirissä sarjassa olevien osaresistanssien suhteessa
- $U = I \cdot R$
- $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
- $U_1 = I \cdot R_1$     $U_2 = I \cdot R_2$     $U_3 = I \cdot R_3$     $U_4 = I \cdot R_4$
- $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$



$$R = 24\Omega \quad (2+6+4+12)$$

$$I = 0,5A \quad (12/24)$$

$$IU_1 = 1V \quad (0,5 \cdot 2)$$

$$IU_2 = 3V \quad (0,5 \cdot 6)$$

$$IU_3 = 2V \quad (0,5 \cdot 4)$$

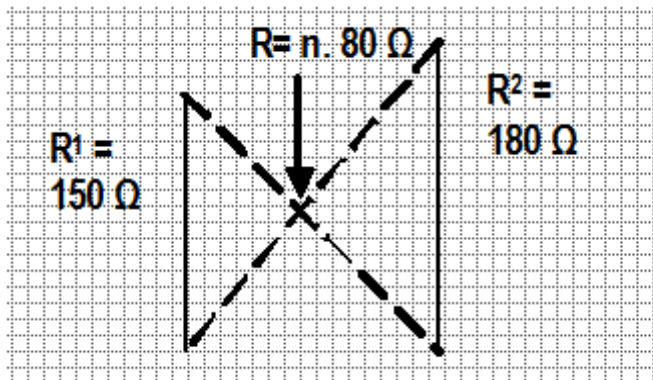
$$IU_4 = 6V \quad (0,5 \cdot 12)$$

**Jännite ja jännitehäviö on sama asia vaikka akussa on jännite ja resistanssissa syntyy jännitehäviö.**

Sarjaan kytkettyjen resistanssien kokonaisresistanssi on niiden yhteenlaskettu summa.

Rinnan kytkettyjen resistanssien laskeminen päässä ei ole aina helppoa. Rinnan kytkettyjen resistanssien summa on osaresistanssien tulo jaettuna osaresistanssien summalla eli  $R = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$ . Eihän tuo nyt vaikeata ole mutta se on enemmän kuin yhteenlasku. Lisäksi kaava on harvoin käytettynä hankala muistaa. Yksinkertaisempi karkea hahmotus saadaan piirtämällä paperille hiukan toisistaan erilleen kahden osaresistanssin suuruutta kuvaavaa pystyjanaa ja yhdistää niiden ylä- ja alapäät toistensa kanssa ristiin. Ristiin piirrettyjen janojen leikkauspiste muodostuu kokonaisresistanssia kuvaavan arvon kohdalle. Siten tärkein muistisääntö on, että *rinnakkain kytkettyjen resistanssien summa on aina pienempi kuin pienin osaresistanssi.*

- Peräkkäiset resistanssit lasketaan yhteen
- Rinnakkaiset resistanssit ovat niiden tulo jaettuna niiden summalla
  - $R = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$
- Rinnakkaisten resistanssien summa on aina pienempi kuin pienin osa-resistanssi
- Rinnakkaiset haarautuvat virrat lasketaan yhteen
- Peräkkäisten virtapiirin osien virta on aina sama
- Peräkkäiset jännitehäviöt lasketaan yhteen
- Rinnakkaisten virtapiirin osien jännitehäviö on aina sama



$$150 \cdot 180 / (150 + 180) = 82$$

## 5. Yleismittarit

---

Kun käsitteistö ja sähkön perusasiat on nyt yksinkertaistaen lyhyesti ja nopeasti hahmotettu, pääsemme vihdoinkin käytännön toimiin. Se on syytä aloittaa perehtymällä (omaan) yleismittariin. Yleismittarilla (multimeter, multimeter) voi mitata sekä *jännitettä*, *resistanssia* että *virtaa*.

**Virtamittaus tehdään mitattavan kuorman kanssa sarjassa ja siten pienet mittarit eivät voi mitata suuria virtoja. Virtamittausalueet ovat 200mA luokkaa ja jos mitattava virta onkin tätä suurempi, mittari vahingoittuu. Sivi-taankin tämän oppaan lähtökohdilla siitä, että virtamittauksia ei tehdä!**

Mittareita on analogisia ja digitaalisia. Molempien perustoiminta on sama mutta digitaalimittarin lukema näytetään numeronäytöllä kun taas analogimittarissa on viisarinäyttö. Digitaalimittarin etu on tarkempi esitysmuoto (jopa kaksi desimaalia) kun taas analogimittarin etu on sen nopeus ja herkkyys hetkellisiin muutoksiin. Digitaalisella mittarilla on myös se etu, että sen oikea napaisuus ei ole aina tärkeä. Mittari näyttää käänteisen tuloksen miinusmerkillä. On kuitenkin sellaisia mittauksia, joissa mitattava arvo syntyy mittarin johtojen syöttämän jännitteen seurauksena. Tällöin esimerkiksi diodi antaa aina ohmimittauksella toiseen suuntaan mitattuna eri arvon kuin toiseen suuntaan.

Uudemmissa ja monipuolisemmilla mittareilla voi mitata lisäksi myös puolijoh-teita (diodit ja transistorit) ja niissä on äänimerkillinen ohmi-mittausmahdollisuus. Äänimerkki toimii siten, että jos mitattava resistanssi on alhainen, mittarissa oleva summeri soi. Siten ahtaissa paikoissa tapahtuva mittaus helpottuu kun katsetta ei tarvitse kohdistaa mitattavasta kohteesta mittari-tiluun.

Mittaustavan ja asteikon valinta tehdään mittarista riippuen joko käännettävällä valitsimella tai painokytkimillä. Joissakin mittareissa plus-johdolle on eri mittaus-tapoja varten omat liittimensä. Mittarissa on sisäinen paristo ja siten digitaalinen mittari kannattaa aina sulkea kun mittari ei ole käytössä. Analogisessa mittarissa paristo on käytössä vain ohmi-alueella ja siten valitsin on aina käännettävä pois ohmi-alueelta kun mittari ei ole käytössä.

### Kalibrointi

Analoginen mittari on aina hyvä kalibroida ennen mittausta. Viisariakselin kohdalla on yleensä muovinen ruuvi, jota kääntämällä viisarin kierrejousta voi kiristää tai löysätä.

Jännitemittauksen kalibrointi tehdään kääntämällä ruuvia niin, että mittari näyttää ennen mittausta nollaa.

Ohmi-mittauksessa täysi näyttämä on  $0\Omega$ . Siten kalibrointi tehdään kytkemällä mittajohdot yhteen ( $=0\Omega$ ) ja säätämällä viisari osoittamaan nollaa. Ohmi-mittauksella pyritään kuitenkin yleensä selvittämään on johto poikki tai sulake ehjä. Tällaisen totaalitilanteen selvittämiseksi kalibrointi ei ole välttämätöntä.

### Mittaustavan ja asteikon valinta

Mitattaessa **tasajännitettä** valitsin asetetaan DC alueelle. Alueelta valitaan sellainen asteikko, jolle mitattava arvo on sopiva. Liian suuri asteikko heikentää mittaustarkkuutta ja liian pieni asteikko saattaa vahingoittaa itse mittarimeka-nismia. Mitattaessa 12V jännitettä, valitaan se alue, joka ensimmäisenä on suurempi kuin 12. Analogisessa mittarissa tämä on usein 50V ja siten 12V jännite

on noin viidesosa koko skaalasta ja varsin epätarkasti arvioitavissa. Siksi on usein perusteltua valita 10V alue jolloin 12V kääntää mittarin tappiin mutta ei vielä liian voimakkaasti vahingoittaakseen mittaria. Analogisten mittareiden kalibrointi ruuvilla voidaan kääntää 12V näyttämään arvoa 10, joka mitattaessa näyttää riittävän tarkkuuden jännitevaihteluissa.

## Mittajohdojen kytkeminen

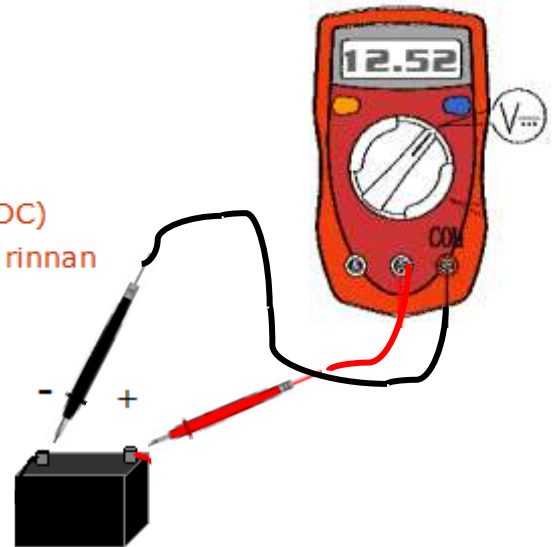
Jos mittarissa on irrotettavat mittajohdot, ne kannattaa kiinnittää mittariin siten, että punainen on plus ja musta miinus. Johdot ovat johtoja eikä tällä ei ole mittaustuloksen kannalta merkitystä, mutta siten tottuu aina kytkemään mittarin mittaushetkeen oikein päin.

Jos mittapäihin on saatavissa erilaisia tartuntaleukoja, miinusjohtoon kannattaa kiinnittää sellainen. Siten miinusjohto voidaan kiinnittää sellaiseen kohtaan, josta tiedetään varmasti olevan yhteys miinukseen. Tämä helpottaa huomattavasti mittaamista koska se voidaan tehdä vain yhdellä johdolla ja siten yhdellä kädellä. Mittauksissa käsiä saisi olla vaikka viisi. Aina jotain kantta, johdonpätäkää, komponenttia, mittaria tai vipua on oltava pitelemässä.

Koska jännitemittauksen aikana jännite on luonnollisesti oltava kytkettynä, oikosulkujen tekemistä on mitattaessa varottava. Mittapäitä ei pidä survoa sokkona mihin tahansa hässäkkään. Vahinko voi olla suurikin. Tämä on erityisen tärkeää jos mittauksia tehdään itse viallisten laitteiden sisällä. Pelkkä veneen sähköjärjestelmän mittaaminen ei ole aivan niin haasteellista.

Mittapää kannattaa aina ensin asettaa huolellisesti mitattavaan kohteeseen ja kun sen ote on hyvä, vasta sitten kääntää katse mittariin.

- Tasajännite DC
  - "dasa sähköä"
- Vaihtojännite AC
  - "aaltoilevaa sähköä"
- Valittava oikea mitta-alue (>12V) ja jännitetyyppi (DC)
- Mitataan jännitenavoista tai johdoista laitteen kanssa rinnan
- Polarisoitu mittaus, plus ja miinus väärinpäin
  - Digitaalinen mittari näyttää väärän polariteetin miinusmerkillä
  - Viisarimittarin neula pyrkii väärään suuntaan
- Jännite aina laitteen navoissa jonkun verran pienempi kuin akun navoissa
- Mittaus aloitetaan laitteesta ja virtapiiriä seuraten kohta kohdalta kohti akkua edeten
- Häiriö voi olla joko plus- tai miinuspuolella

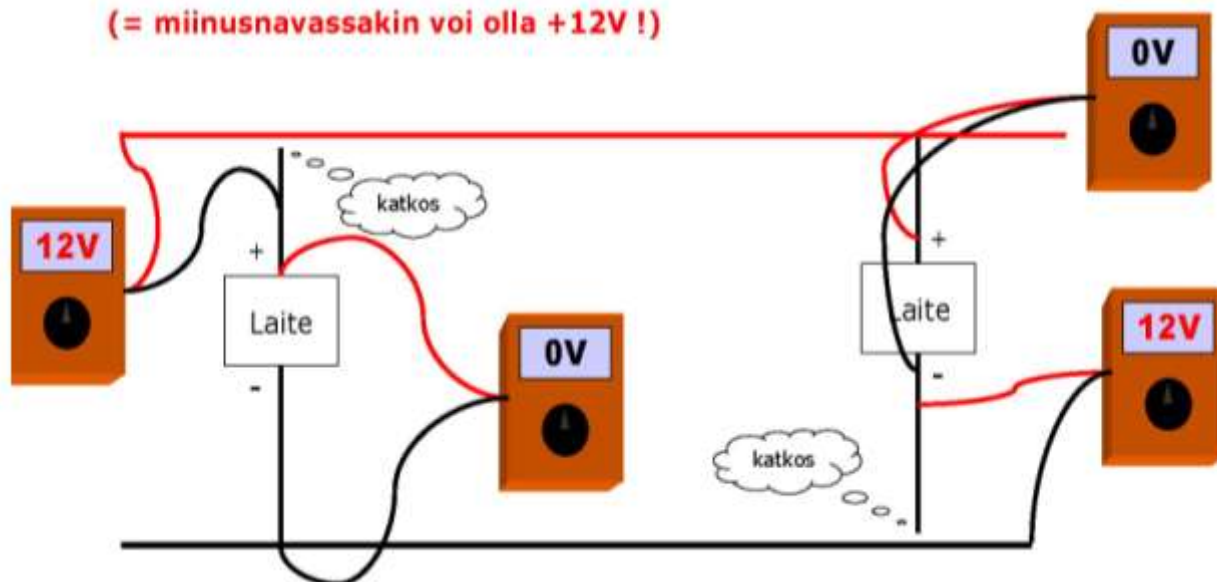


## Mittauskohdan valitseminen

Mittaus kannattaa aina aloittaa mahdollisimman läheltä ongelmaa. Jos mittaus tehdään toimimattoman laitteenliittimen irrotetusta liittimestä, mittaustulos ei ole

luotettava. Kun laite on kytketty irti, ei virtaa kulje eikä jännitehäviötä synny. Ainoastaan sellaista ilman kuormaa tehtyä mittaustulosta, joka osoittaa, ettei jännitettä ole lainkaan, voidaan pitää luotettavana. Tarvittaessa laitteen johtoon voi työntää pienen terävän neulan, ja mittauksen voi tehdä sen avulla. Mikäli osoittautuu, että laitteeseen asti tulee 12V, on vielä syytä mitata miinusjohdos-takin. Jos laite on ehjä mutta miinusjohto on jostakin kohdasta poikki tai irti, on katkoksen laitteen puolella myös miinusjohdosta mitattavissa 12V. Koska virtaa ei kulje, ei laitteessa tapahdu jännitehäviötä. Mittausta jatketaan peruuttamalla sitä kaapelia kohti alkupistettä eri liittimille ja kytkimille, kunnes katkos löytyy.

- **Paras mittaustapa vianetsinnässä on jännitemittaus**
- **Jännitemittaus = jännitehäviöiden etsiminen**
- **Jännitehäviön syntyminen edellyttää virtaa**
- **Katkos virtapiirissä estää virran kulun ja jännitehäviötä ei synny**
- **Kun jännitehäviötä ei synny, mitattavan kohteen navoissa on sama jännite (= miinusnavassakin voi olla +12V !)**



Ohmisella (resistanssin) mittauksella voidaan virtapiiriä tutkia jännitteettömänä. Tämä tapa on ehdottoman turvallinen mutta kytkinten tai liitosten ylimenovastusten havaitseminen on epäluotettavaa. Ohmiarvot ovat niin pieniä, että niitä ei voi halvoilla mittareilla edes luotettavasti havaita. Lisäksi virtapiiriin kytketty laite voi olla kiertäen ohmisesti jonkinasteisessa yhteydessä virtapiiriin ja tuloksen tulkitseminen vaikeutuu.

Tyypillisimmin ohmi-alueen mittausta käytetään jonkin komponentin tutkimiseen silloin kun se on irrotettu kokonaan virtapiiristä. Esimerkiksi sulakkeen tai polttimon mittaaminen osoittaa nopeasti onko kyseessä viallinen vai ehjä osa.

- **Aseta mittari  $\Omega$  alueelle 1x tai 200  $\Omega$**
- **Testaa mittari yhdistämällä mittapääät toisiinsa**  
Viisarimittarin pitäisi heilahtaa oikeaan laitaan ja digitaalimittain pitäisi näyttää nollaa
- **Irrota mitattava kohde (esim. sulake tai polttimo) virtapiiristä**
- **Kytke mittapääät kohteen napoihin**  
Jos mittari käyttäytyy kuten edellisessä testissä, kohde on ehjä  
Viisarimittarin pitäisi heilahtaa oikeaan laitaan ja digitaalimittain pitäisi näyttää liki nollaa, polttimossa muutamia ohmeja



- Mitattaessa johtoja, liittimiä tai kytkimiä on muistettava, että huonokin liitos voi näyttää hyvää mittaustulosta koska mittarin aiheuttava virta on olemattoman pieni ( $U = I \cdot R$ )
- Mittaus toimii hyvin lamppuilla ja sulakkeilla jotka yleensä ovat ehjiä tai rikki mutta eivät melkein rikki (vrt. raskaana tai ei raskaana mutta ei melkein raskaana)
- Lamppujen ja sulakkeiden napojen kunto ja kireys kuitenkin vaikuttaa toimivuuteen virtapiirin virralla

Jos jännitemittaus osoittaa, että laitteen napoihin/liittimeen tulee oikea jännite, voi laitteen irrottaa sen resistanssin mittaamiseksi. Koska laitteen sisällä on usein diodeita, jotka mahdollistavat virran kulkemisen vain yhteen suuntaan, on mittaus tehtävä molempiin suuntiin. Yleensä ehjä laite näyttää jonkinlaista resistanssia. Yleismittarin laitteeseen syöttämä jännite on kuitenkin alhainen eikä mittaus ole täysin luotettava. Jos kumpikin mittaussuunta näyttää ääretöntä resistanssia, laitteessa saattaa olla sisäinen sulake palanut. Jos laite on helppo purkaa, on asian tarkistaminen vaivan väärtti. Samalla kannattaa katsoa, olisiko jokin sisäinen liitin löystynyt ja irronnut.

Kun laite on purettu, vikaa ei ole löytynyt ja jos sen voi vielä silloinkin liittää virtapiiriin, kannattaa katsoa mihin syöttöjännite on laitteessa kytketty. Tällöin voidaan syöttöjännite mitata suoraan laitteen sisältä. Jos tällöinkin osoittautuu, että jännite on kohdallaan, on vika paikallistettu itse laitteeseen. Onhan sekin jo saavutus sinällään.

- Mitä korkeampi jännite, sitä enemmän laitteen läpi virtaa sähköä
- Mitä suurempi virta nimellisjännitteellä, sitä pienempi resistanssi
- Mitä suurempi teho, sitä suurempi virta ja sitä suurempi sulake
- Mitä pienempi resistanssi johdoissa, sitä pienempi jännitehäviö
- Mitä suurempi virta, sitä suurempi jännitehäviö johdoissa
- Jos ei kulje virtaa, ei synny jännitehäviötä
- Mitä suurempi teho, sitä suurempi sulake

Kun logiikka pettää, matematiikka auttaa!



Vaikka veneen laitteissa lähdetään aina siitä, että laitteiden navoissa on toimissaan 12V jännite, näin ei juuri milloinkaan ole. Johtoihin, sulakkeisiin, kytkimiin ja liitoksiin hukkuu aina jännitettä. Jännitehäviötä merkitään U:lla ja se mitataan niin ikään voltteina. Jännitehäviö ( $U$ ) on  $I \cdot R$  ja siten tiedetään, että mitä suurempi virta ja mitä suurempi resistanssi, sitä suurempi jännitehäviö. Vastaavasti pienivirtaiset piirit sietävät ohuempia johtoja ja heikompia liitoksia koska pienempi virta ei aiheuta niiden resistanssilla liian suurta häviötä.

## 6. Jännitehäviön yleisiä syitä

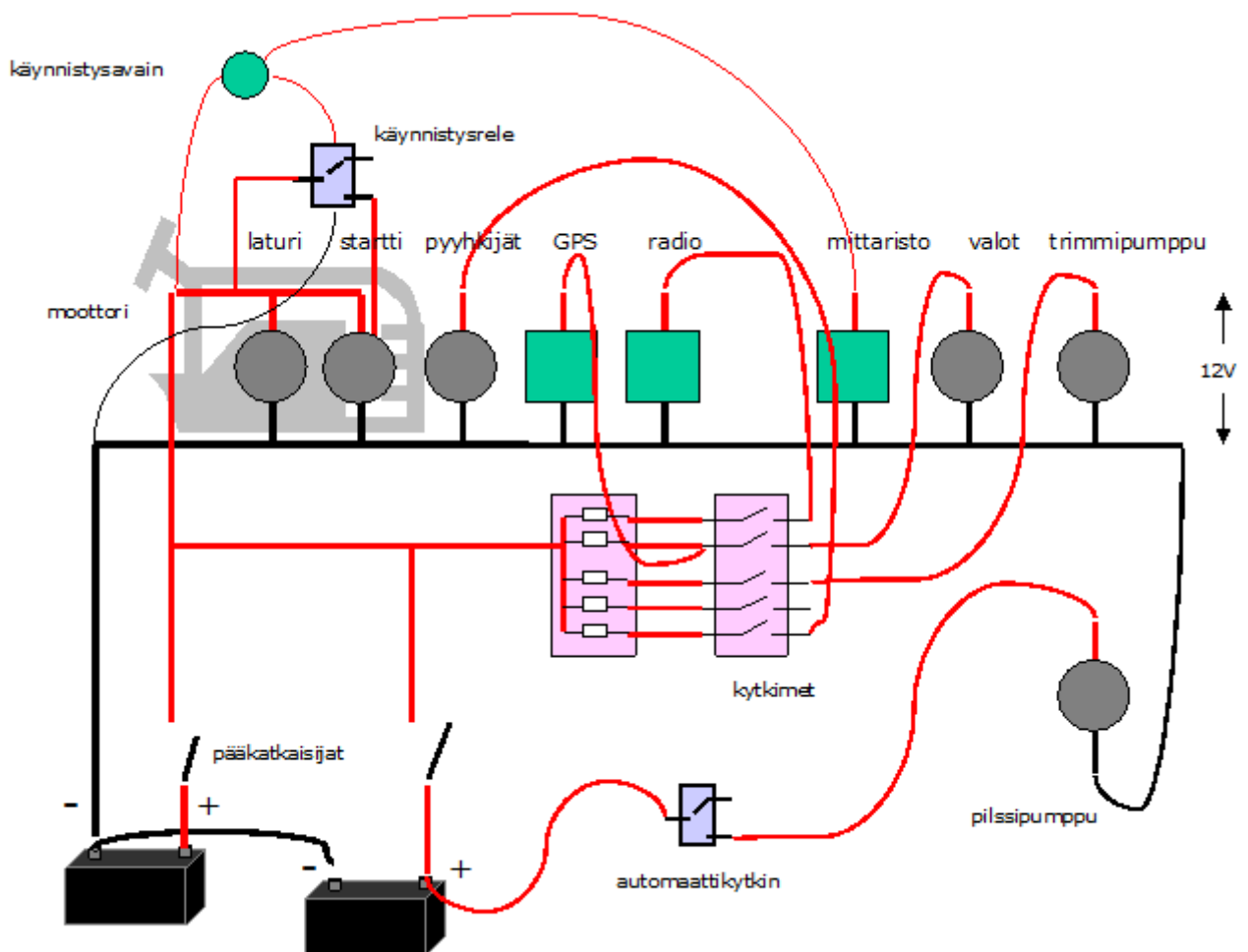
Suuritehoisten laitteiden resistanssi on pieni ja ne synnyttävät nimellisjännitteellä suuren virran ( $I=U/R$ ). Jos johdot jännitelähteestä laitteelle ovat erityisen pitkiä tai ohuita, johdon resistanssi muodostaa suurella virralla niin suuren jännitehäviön, että laitteen jännite jää liian alhaiseksi toimiakseen. Mitä suurempi virta ja mitä pitempi johto, sen on oltava vastaavasti paksumpi. Johdon jännitehäviön voi mitata suoraan johdon päistä kun laite on kytketty käyttöön.

Uusia laitteita asennettaessa sähkö "varastetaan" usein sieltä, missä se on lähellä. Piirikaaviosta tulee helposti hämähäkin seittiä muistuttava hässäkkä eikä sen johtomitoitukset enää vastaa alkuperäisiä laskelmia. Laitteiden vaihtelevasti samanaikainen kuormitus aiheuttaa suuriakin virranvaihteluita ja siten ajoittaisia jännitehäviöistä aiheutuvia häiriöitä. Esimerkiksi muuten varsin pienivirtainen VHF-puhelin kuluttaa lähetettäessä yli 2A virtaa.

Abico-liittimet löystyvät lämmitessään. Liittimiä on monen laatuista. Löysään liitokseen syntyy resistanssi joka jännitehäviön seurauksena alkaa kuumeta yhä enemmän ( $P=I*U$ ) ja resistanssi lisääntyy entisestään.

Säikeiset paljaat johdot (varsinkin huonolaatuiset) hapettuvat helposti ja niiden ruuviliitokset alkavat löystyä. Seuraukset ovat samat kuin löysällä Abico-liittimellä.

Akun navat ovat hapettuneet tai akkukengät ovat löysällä. Kaikkien mahdollisten laitteiden yhteenlaskettu virta kulkee akun napojen kautta ja siten liitosten on oltava kireät ja puhtaat.



Summittaiset virta-arviot ovat vikojen etsinnässä riittäviä. Virtoja ei tarvitse eikä kannata mitata. Eri laitteiden kulutus on usein ilmoitettu käyttöohjeissa, esitteissä tai laitteen tyyppikilvessä. Kulutus on ilmoitettu joko ampeereina (A), watteina (W) tai voltiampeereina (VA). Volttiampeeri on erityisesti japanilaisten käyttämä tapa ja sehän viittaa suoraan tehon kaavaan  $\text{voltti} \cdot \text{ampeeri} = W$ .

Tästä päästään jo pitkälle. Otetaan esimerkiksi jääkaappi, jonka käyntitehoksi on ilmoitettu 40W, eikä se huolellisesta asennuksesta johtuen lähde käyntiin:

Jos mietitään jääkaapin kulutusta ja johtojen mitoitus, aloitetaan virran laskemisesta.  $P=I \cdot U$  jolloin  $I=P/U$ . Virta kompressorin käydessä on siis 40/12. Sähköasiat eivät ole sen tarkempia kuin navigointikaan. Laskutoimitus antaa tulokseksi runsaan kolme ja meille riittää arviona tasan kolme. Helppoa, eikä totta. Samalla selviääkin laitteen resistanssi, joka on  $U/I$  eli  $12/3=4$ .

Kun moottori ei pyöri, sen käämeissä kulkee huomattavasti suurempi virta kuin pyöriessä. Uskotaan sen olevan vaikkapa nelinkertainen. Käynnistyessään jääkaappi siis kuluttaisi noin 12 ampeeria. Sulakkeen olisikin syytä olla ainakin 15A, ehkä mieluummin 20A. Jääkaapin ohjauspiirissä on nykyisin lähes aina alijännitteen tunnistus eikä kaappi yritäkään käydä alle 11,5V jännitteellä. Sama pätee useisiin uudempiin lämmityslaitteisiin. Akku, jonka napajännite on 11,5V, on jo tyhjä. Täyden akun jännite on n. 12,5V vaikka usein puhumme pyöreästä 12V jännitteestä. Tässä meillä on jo muutamia tarkastettavia asioita, jotka saattavat auttaa ongelman paikantamisessa.

1. Lähdetään aluksi siitä, että kaappi on ehjä.
2. Tarkistetaan sulake ja jos se on palanut ja on nimellisarvoltaan alle 20A, vaihdetaan se suurempaan. Tarkistus voidaan tehdä mittaamalla kaapin jännitenavoista jännite.
3. Samalla saadaan tehtyä toinen tarkistus. Johdot on voitu kytkeä kahdella tavalla: oikein tai väärin. Jostain mystisestä syystä johtuen väärin-vaihtoehto tulee yllättävän usein eteen. Johdot ovat todennäköisesti punainen ja musta, jolloin punainen laitetaan plussaan ja musta miinukseen.
4. Kaapin johdossa olleen oman sulakkeensahan jokainen Pih-Kalle on ottanut irti ja laittanut miljoonalaatikkoonsa talteen. Sähkö kun on vedetty veneen omalta sulaketaululta. Jos kaikki toimii, hyvä näin. Pienet uutuuttaan kiiltävät nippelit näyttävät miljoonalaatikossa niin kirokun hyvältä ja ne antavat runsaasti turvallisuuden tuntua sekä osoittavat kykyä varautua pahimpaan. Asennusvirhe kuitenkin hämmöittää epäilevän silmänurkassa. Entäpä jos pitkä johto akulta veneen sulake- ja kytkintaululle onkin liian ohut ja se on tarkoitettu vain muutamille pienlaitteille. Olikohan jääkaappia vielä keksittykään kun vene on valmistettu? Kyllä kai sentään, koska sulakkeen vieressä on upeasti Dymo-teipillä merkintä "Fridge".

Outo juttu, mittari näyttää 12V jännitettä kaapin navoissa mutta kaappi ei toimi. Olisiko se sittenkin rikki? No ei kai sentään. Ai niin, jännitehäviöhän oli  $I \cdot R$  ja siten häviötä ei synny kun kaappi ei käy. Kun sähkö kytetään, kompressorin yrittäessä käynnistyä mutta virran noustessa jännitehäviö kasvaa niin suureksi, että alijännitetunnistin puhaltaa pelin poikki. Kaikki tapahtuu niin nopeasti, että kaappi ei pidä edes pientä ääntä.

Ei hätää, mitataan jännite käynnistyshetkellä. Käytettävissä on vuosia sitten Radio Mikrosta kahdellatoista markalla ostettu analoginen yleismittari. Onneksi, sillä digitaalisen mittarin lukemat eivät näin lyhyttä piikkiä näyttäisikään. Analogisen mittarin viisari värähtää selvästi ja homma alkaa selvitä. Mitä tapahtuu jos kone on käynnissä? Akun napajännitehän nousee nopeasti yli 13,5V:n ja kaappi käynnistyy. Kyseessä on siis alijännitevika.

Minkähän laista resistanssia tuollainen voltin pudotus merkitsisi johdoissa ja kytkimissä? Jos virta olisi tuo 12A, olisi vian aiheuttava resistanssi  $1/12$  ( $R=U/I$ ) eli alle  $0,1\Omega$ . Voihan rähmä, sehän ei ole juuri mitään! Siksiköhän siinä kaapissa oli niin paksut johdot ja se oma sulake? Akulta sulaketauluun tuleva johtokin on jo selvästi ohuempi. Onneksi ylimääräiset johdon pätkät tuli laitettua talteen. Vai tuliko sitenkään? Paksu ja uutuuttaan kiiltävä johtokieppi ulko-varaston seinustalla herättää naapureissa selvää kunnioitusta. Nyt on mukana vain jonkun ylimielisen veneilijän roskikseen heittänyt kolmen metrin vanha kaapeli, joka tuli otettua talteen. Se vain on yhtä ohut kuin sulaketaululle tuleva johto.

No eihän se mitään haittaa. Jos kaapeliin jää voltin jännite, sen resistanssi on  $0,1\Omega$ . Jos pääkytkimeltä vedetään uusi yhtä paksu ja pitkä lisäjohto ("sivuoja") sulaketaululle, senkin resistanssi on  $0,1\Omega$ . Virta haarautuisi tasan molempien johtojen kesken ollen johtoa kohti enää 6A. Resistanssi siis puolittuisi. Jännitehäviö olisi  $12A \cdot 0,5\Omega$  eli  $0,6V$ ! Kannattaa kokeilla. Jos jääkaappi käynnistyy, tämä riittää. Ja riittäähän se. Sulaketaululle tuleva kaapeli on nyt käytännössä tuplasti paksumpi. Turkanen, tähän asti epävarmasti käynnistynyt lämmityslaittekin käynnistyy kerralla.

5. "Vaimo, tulepas katsomaan kun lämmityslaite käynnistyy laakista! Minä tarjoan huurteisen."
6. Lisäjohto jätetään paikalleen mutta kun kukaan ei huomaa, ulko-varastosta otetaan se paksu johto ja se vedetään miljoonalaatikosta otettavan sulakkeen kautta pääkytkimeltä suoraan jääkaapille.

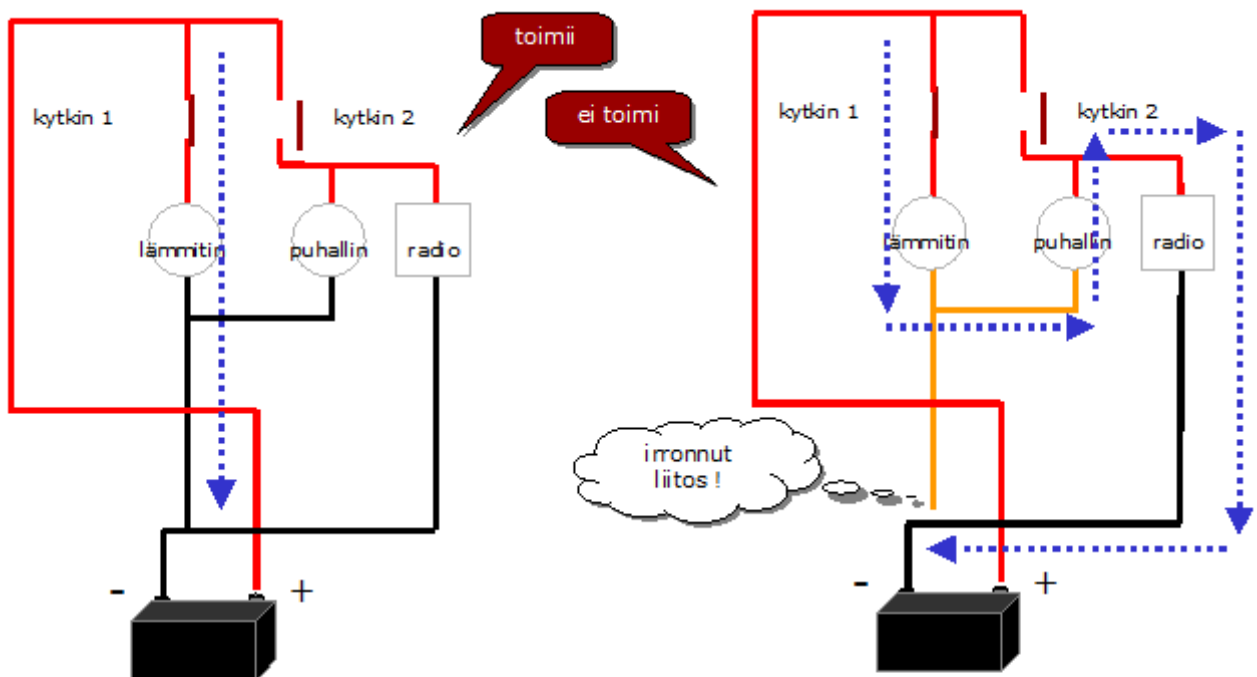
Jääkaappiesimerkki oli melko haastava alijännitetunnistimen takia. Yleensä mittauksia voidaan tehdä kaikessa rauhassa kohta kohdalta jännitehäviöitä mitaten. Suurin osa vioista on vielä sellaisia, että jännitettä ei ole lainkaan jolloin jännitehäviö ole oleellinen tekijä.

## **Miinus-puolen viat oireilevat hämmästyttävästi**

Silloin kun katkos on miinus-johdoissa oireet saattavat olla suorastaan omituisia. Usein käy niin, että käynnistettävän laitteen sijaan käynnistyykin joku toinen laite tai jotkut muut valot syttyvät. Tämä johtuu siitä, että eri laitteet eivät enää olekaan kytkettynä rinnakkain ne muodostavat sarjan laitteita, joiden jännitehäviöt ovat suhteessa niiden resistanssin osuudesta kokonaisresistanssiin. Alla on kuvattu elävästä elämästä esimerkki, jossa radio ja hytin tuuletuspuhallin kytketään päälle samasta ohjauspaneelin kytkimestä ja lämmitin toisesta kytkimestä. Radion ja puhaltimen omat kytkimet on tällöin aina päälle kytkettyinä. Puhaltimen ja lämmittimen miinus johdot on kytketty yhteen ja sieltä edelleen miinusnavalle. Radion

miinusjohto on kytketty miinusnavalle omaa reittiään. Näin kaikki kolme laitetta ovat kytkettynä rinnakkain.

Kun lämmittimen ja puhaltimen yhteinen miinusjohto irtoaa kuvan osoittamalla tavalla, kiertää virta kaikkien kolmen laitteen yli, jos kytkin2 on kytkemättä. Jos lämmittimen ohjeellinen virta on käynnistettäessä 12A, on sen resistanssi  $1\Omega$ . Puhaltimen virta voisi olla 3A, jolloin sen resistanssi olisi  $4\Omega$ . Radion nimellisvirta voisi olla vaikkapa 0,5A, jolloin sen resistanssi (oikeasti impedanssi, mutta unohdetaan se) olisi  $24\Omega$ . Kun resistanssit lasketaan yhteen, saadaan sarjaan kytkettyneiden laitteiden kokonaisresistanssiksi  $29\Omega$ . Näin laitteiden läpi kulkeva virta olisi  $12/29 = 0,4A$ . Lämmittimen jännitehäviö olisi  $0,4V$  ( $1*0,4$ ), puhaltimen  $1,6V$  ( $4*0,4$ ) ja radion  $10,0V$ . On selvää, että vain radio toimisi.



- lämmitin ja puhallin ovat polarisoimattomia laitteita  
✓ sähkö kulkee kumpaankin suuntaan
- radion ja puhaltimen oma kytkin on päällä

## 7. Vaihtosähkö (AC)

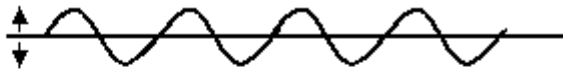
---

Vaihtosähkö tarkoittaa vaihtojännitettä ja vaihtovirtaa. Vaihtosähkössä virran voimakkuus nousee ja laskee tasaisesti ja se muuttaa samalla suuntaansa. Vaihtojännite muodostaa siniaalto käyrän jossa aallon ylähuippujen virta on toisensuuntainen alahuippujen kanssa.

Ihan yleissivistävänä pläjäyksenä voidaan todeta, että edellä opitun perusteella onkin helppo ymmärtää miksi voimalinjat ovat korkeajännitteisiä. Sähkön siirtolinjat ovat pitkiä ja niiden tästä johtuvat resistanssit muodostuvat varsin suuriksi. Koska jännitettä nostamalla saadaan sama teho pienemmällä virralla, tarkoittaa yli kymmenen tuhannen voltin siirtojännite kohtuullista virtaa joka puolestaan johtaa pienempään jännitehäviöön.

Veneessä vaihtosähköä edustaa maasähkö (johon emme tässä oppaassa ota kantaa lainkaan) ja vaihtovirtalaturi. Veneilijä näkee vaihtovirtalaturin tasavirtalaturin koska vaihtovirta tasasuunnataan jo laturin sisällä tasasähköksi. Laturi ja sen moitteeton toiminta on keskeinen osa hyvin toimivaa veneen sähköjärjestelmää. Siksi kannattaa hiukan valottaa vaihtovirtalaturin toimintaa.

- **Vaihtojännite on polarisoimatonta**
  - virran voimakkuus ja suunta vaihtelee jatkuvasti
  - jännite vaihtelee nollan molemmin puolin

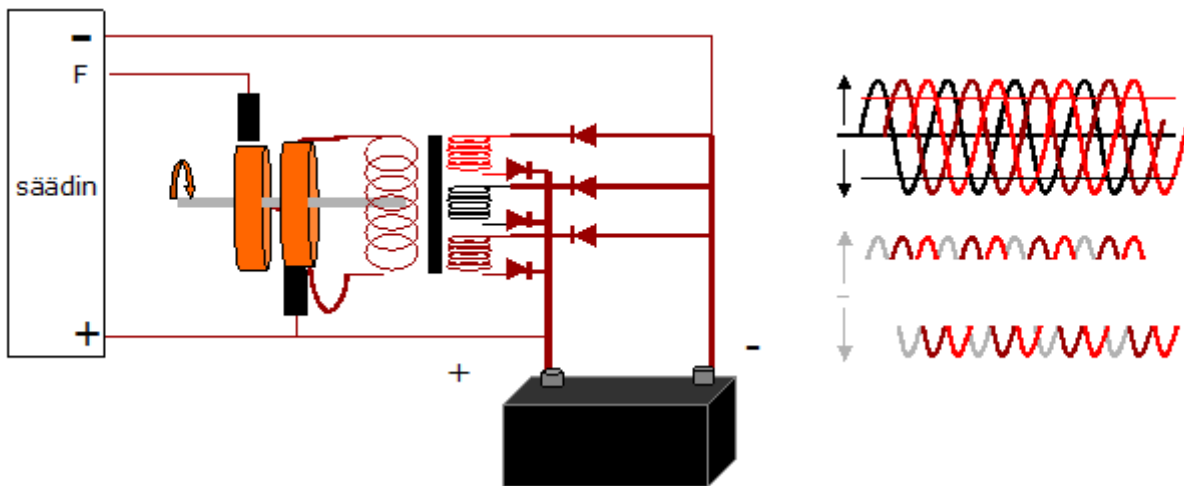


- **Aaltomuoto syntyy generaattorin pyörimisestä sekä käämin ja magneetin lähenemisestä / loittonemisesta**
- **Laturi tasasuuntaa vaihtojännitteen tasajännitteeksi jo laturin sisällä olevalla diodisillalla**
- **Yleismittareissa on omat asteikkonsa vaihtojännitteen mittaskaaloille**
- **Verkkojännite 230 V on vaihtojännitettä joka muodostaa 50 aaltoa sekunnissa = 50 Herziä (HZ)**

## 8. Muutamia yleisiä laitteita

### Vaihtovirtalaturi

Vaihtovirtalaturin teho perustuu siihen, että sen ensiöpuolella on jatkuva jännite hiililamellien ollessa pyöreitä renkaita. Lamellit indusoivat (muodostavat muuntajan lailla sähköä kahden käämin ja rautasydämen avulla) jännitteen pyörivän roottorin ympärillä oleviin kiinteisiin käämeihin. Roottorin rautasydän vuoroin lähestyy ja taas etääntyy käämistä, jolloin jännite ja sen suunta vaihtelee jatkuvasti laturin pyöriessä. Jos laturi ei pyöri, ei synny myöskään induktiota. Toisiopuolella on toisiinsa nähden limitettynä kolme käämiä, joiden ulostulot on kytketty kahteen kolmen diodin tasasuuntaussiltaan. Toiseen siltaan ohjataan negatiiviset vaiheet ja toiseen positiiviset. Jos ulostuloihin ei olisi kytketty lainkaan akkua, sähkö olisi jossakin määrin pomppuilevaa. Akku kuitenkin tasaa jännitteen tasaiseksi. Akun jännite on kytketty säätimelle joka akun jännitteen mukaan säätää ensiöpuolen käämin virtaa. Mitä suurempi jännite ensipuolella on, sitä korkeampi on myös latausjännite.



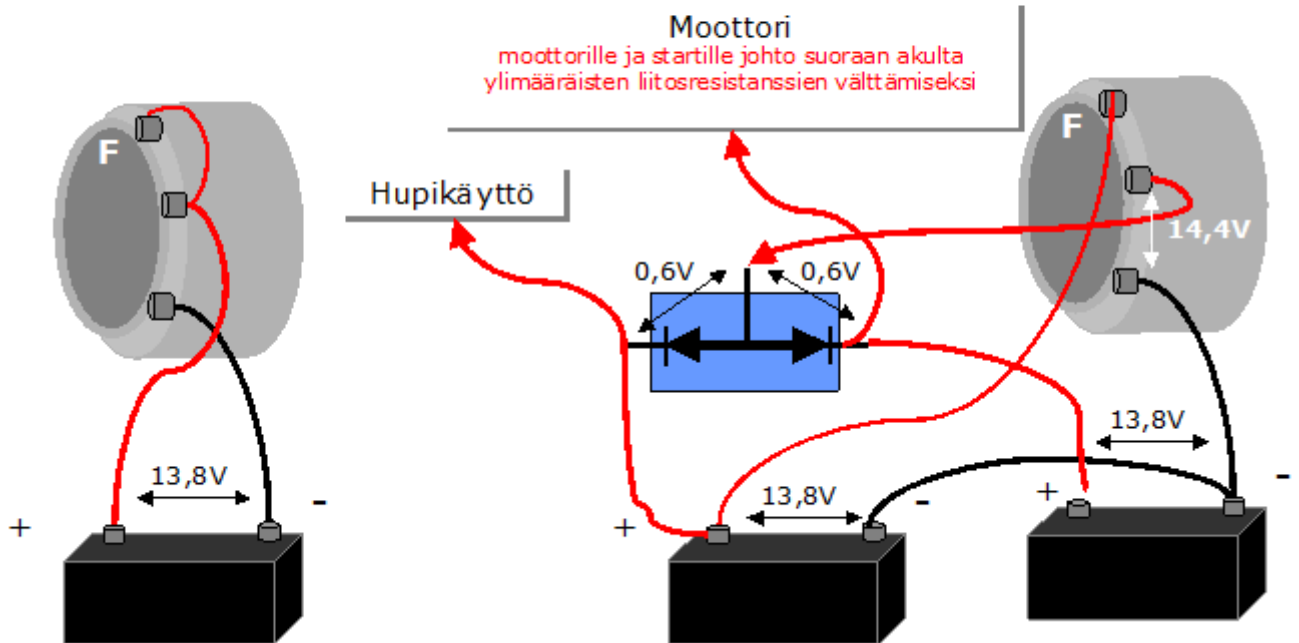
- Säädin mittaa akun jännitettä
  - mitä alempi akun jännite, sitä suurempi jännite F ja + välillä
- Säädin syöttää tasajännitteen hiilien ja laturin pyörivien lamellien yli käämille
- Käämi indusoi pyöriessään jännitettä toisiopuolen kolmelle toisiinsa nähden vaihe-erossa olevalla käämille
- Pyörimiseen käytetty energia muuttuu sähkövirraksi
- Toisiokäämien vaiheet tasasuunnataan kuudella diodilla

### Säätimen toiminta

Säätimen osuus koko touhussa on ratkaiseva. Joissakin latureissa on jakodiodi kahdelle akkupiirille jo laturin sisällä. Tällöin latausjännitteen mittauksen säätimelle ainakin pitäisi tapahtua jakodiodin akun puolelta. Uusissa latureissa jakodiodi asennetaan omana komponenttinaan laturin ulkopuolelle. Tällöin jakodiodin asennus tehdään siten, että akun viitejännite voidaan viedä omalla johdollaan käyttöakusta laturin säätäjälle. Jos säätäjä on myös laturin ulkopuolella, ongelma on vähäinen. Sisäpuolisessa säätäjässä saattaa joutua pieneen askarteluun. Jos

veneessä ei ole startti ja käyttöpuolelle erillistä sähköpiiriä ja akkua, ei latausdiodia kannata harkitakaan jos säätäjän viitejännitettä ei voi syöttää akulta.

- Diodin koko latausvirran mukaan (50-100A)
- Diodin napoihin jäävä jännite kompensoidaan ottamalla viitejännite F akun navalta
  - Jotta akun navasta saataisiin viitejännite 13,8V, nostaa laturi latausjännitettä diodin kynnsjännitteen verran ylöspäin



## Diodi

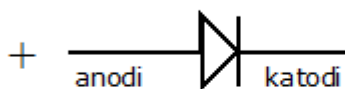
- Sähköinen takaiskuventtiili
- Puolijohdekomponentti
  - Polarisoitu
  - Estosuuntaisena eriste
  - Päästösuuntaisena johde
- Muuttuu johteeksi kun sisäinen kynnsjännite ylittyy päästösuuntaisena
- Napoihin jää aina kynnsjännite (0,6 -0,8V)



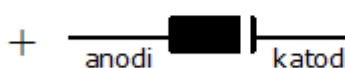
Kahden erimerkkisen (P ja N) piiseoksen rajapinnalle muodostuu 0,8 V sisäinen jännite. Saman merkiset työntävät toisiaan luotaan ja erimerkkiset vetää puoleensa



Kun oikeasuuntainen kynnsjännite diodin navoissa saavutetaan, se kumoaa sisäisen jännitteen ja rajapinta muuttuu johtavaksi. Mitattaessa yleismittarilla Ohmi-alueella tai dioditestausalueella, toiseen suuntaan resistanssi on alhainen ja toiseen suuntaan ääretön



Diodi piirretään kytkinkaavioihin nuolena jonka kärjessä on pystyviiva



Piirikortille juotetun diodin valkoinen raita ilmaisee katodin



Laturin diodien kiinnityssilloista toinen on miinus ja toinen plus. Diodit on napsautettu siltojen reikiin ja käämin johto hitsattu toiseen napaan. Siten saman näköisiä diodinappeja on kahden suuntaisia!



Diodi on kaksinapainen puolijohdekomponentti. Se on valmistettu kahdenlaisesta pii-seoksesta. Toisen seoksen atomien uloimmalla kehällä on normaalia enemmän elektroneja ja toisen seoksen uloimmalla kehällä on normaalia vähemmän elektroneja. Toista ainetta kutsutaan P aineeksi ja toista N aineeksi. Diodista tekee puolijohteen PN rajapinta. Kun aineet yhdistetään toisiinsa, rajapinnalle syntyy sisäinen 0,6V sähkövaraus. Tämä sähkövaraus työntää P aineessa olevat positiiviset atomit luotaan toiselle äärilaidalle ja N aineessa olevat negatiiviset atomit vastaavalla lailla uloimmalle äärilaidalle. Rajapinnan läheisyyteen jää siten sähköä johtamaton alue.

Jos plusnapaan kytketään miinusnapaan nähden negatiivisempi jännite, eristysominaisuus kasvaa entisestään. Jos taas plusnapa on 0,6V positiivisempi kuin miinusnapa, ulkoinen jännite kumoo sisäisen saman suuruisen jännitteen ja aineet muuttuvat pii-johteeksi. Diodi siis johtaa sähköä toiseen suuntaan ja toiseen suuntaan ei.

Diodia käytetään veneessä hyväksi kahdessa paikassa. Laturin tasasuuntaus toimii kuuden diodin sillalla. Toiseen suuntaan kytketyt diodit laskevat lävitseen plusnapaan vaihtovirran positiiviset vaiheet ja toiset taas miinusnapaan negatiiviset vaiheet. Toinen sovellus on kaksiakkujärjestelmän latauksen jakodiodi. Jakodiodi on kahden diodin paketti, joka päästää laturista tulevan virran lävitseen molempiin akkuihin mutta ei akusta toiseen. Siten käyttöakun tyhjeneminen ei tyhjennä koskaan starttiakkua.

Diodiin ei tarvitse ottaa erityisen tieteellistä asennetta. Edellä kerrottu auttaa kuitenkin ymmärtämään diodin toimivuuden mittaamisen ymmärtämistä. Kun diodi on päästösuuntainen, sen navoissa on aina kynnysjännite 0,6V. Jos jännite on suurempi, diodi on poikki. Ehjässä diodissa ero ei voi olla suurempi koska kynnysjännitteen kohdalla diodi muuttuu johteeksi ja normaalistihan johdon molemmissa päissä on sama jännite. Jos taas päästösuuntaisena diodiin napoihin ei nouse kynnysjännitettä, diodi on oikosulussa. Tällöin mitä todennäköisimmin diodi johtaa myös estosuuntaisena.

Jos diodi voidaan irrottaa virtapiiristä, sen toimivuus on helpointa mitata yleismittarilla ohmisesti.

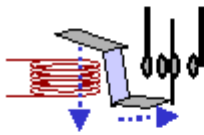
## Rele

Rele on sähkömekaaninen koje, jonka kärkien asento vaihtuu sen mukaan onko releen sydän magnetisoitunut käämille johdetun virran seurauksena vai ei. Releen käyttötarkoituksia on mm:

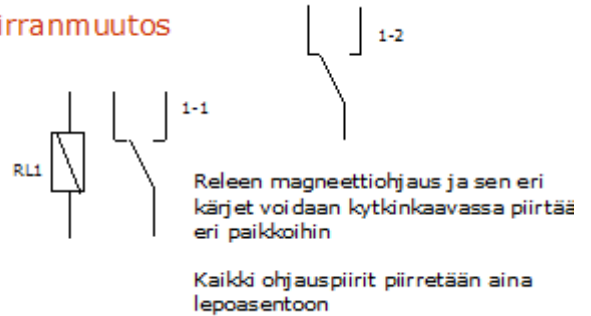
- erottaa virtapiirin osia toisistaan
- toimia vahvistimena, eli pienellä virranmuutoksella saadaan aikaan suuri virran muutos
- saada yhdellä ohjauksella aikaan useita muutoksia

- **Esimerkki:**

- Starttimoottorin virrankulutus on satoja ampeereita. Sen käyttämiseksi tarvitaan paksut ja lyhyet johdot sekä paljon virtaa kestävät kytkimet
- Virtalukon kytkinpohja kestää vain muutamia ampeereita. Sillä ohjataan alle ampeerin virralla releen magneettia, joka kiskaisee vahvat kontaktinsa yhteen, joka ohjaa muutaman ampeerin virralla startin solenoidin kiinni.
- Solenoidi vetää moottorin matopyörän moottorin hammaspyörään ja samalla kytkee startin sisällä olevan vahvan kytkimen mekaanisesti kiinni ja moottori käynnistyy
- Pienellä virralla saatiin siten aikaan suuri virranmuutos



Käämin sisällä oleva rauta magnetisoituu sähkövirran ansiosta ja releen läppä tarttuu rautaan. Vipu kääntää releen kärkimekanismin käyttöasentoon (vrt käsikatkaisija)

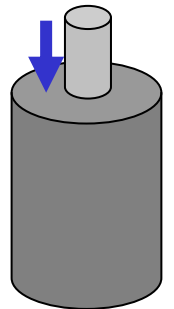


Releen magneettiohjaus ja sen eri kärjet voidaan kytkeä kytkeäkaavassa piirtää eri paikkoihin

Kaikki ohjauspiirit piirretään aina lepoasentoon

## Solenoidi

Solenoidi toimii jossakin määrin samaan tapaan kuin rele mutta sähköisellä ohjauksella saadaan aikaan sähköisen toiminnon sijaan mekaaninen toiminto. Solenoidi voi ohjata erilaisia laukaisimia ja lukituksia. Solenoidin käämin sisällä on sylinteri jonka reiässä on rautasydän. Sydän on mekaanisella vastajousella ulkona solenoidista ja kun käämi saa ohjausjännitteen, magneetti voittaa vastajousen ja solenoidin vetäytyy sylinterin sisään. Sydämeen kiinnitetty vipu ohjaa haluttua mekaanista toimintoa.



Tyypillisin solenoidi, joka löytyy lähes jokaisesta veneestä on starttimoottorin sisällä oleva solenoidi. Sen tehtävänä on kaksi asiaa: siirtää starttimoottorin hammaspyörä kiinni moottorin hammaspyörään ja samalla kytkeä starttimoottorin sisällä oleva vahvatekoinen kontaktori starttimoottorin käynnistämiseksi.

Toinen yleinen solenoidi on moottorin pysäytin. Kun avain käännetään sammutusasentoon tai pysäytin painiketta painetaan, solenoidin liike sulkee ruiskutus-pumpun syötön ja moottori pysähtyy.

Myös lämmityslaitteissa on erilaisia magneettiventtiileitä ja solenoideja ohjaamaan laitteen sisäistä toimintaa.

Ei riitä, että solenoidi saa sähköisen ohjauksen. Sen on oltava myös mekaanisti herkkä ja puhdas sekä se ohjaama vipumekanismi ei saa estää solenoidin sydämen liikettä. Jos sydän ei pääse liikkumaan solenoidin sylinterin sisään, käy kuin jumiin jääneessä moottorissa eli käämi palaa ja vioittuu kokonaan.

## Akku

Akku on veneilijän parhaita kavereita. Sen avulla asumismukavuus nousee runsaasti. Akun tehtävänä on varastoida sähköenergiaa myöhempää käyttöä varten. Veneessä käytettävät akut ovat yleensä normaaleja lyijyakkuja. Kun sisälle on ladottu lyijylevyjä, jotka ovat tietyn etäisyyden päässä toisistaan. Levyt on upotettu rikkihappoliuokseen. Rikkihappoon upotetun varatun levyparin

jännite on 2V. Kun akkuun lisätään peräkkäin useampia levypareja eli akkukenoja, sähköparien peräkkäinen jännite nousee kuudella kennolla 12 volttiin. Kennojen määrä siis ilmaisee akun nimellisjännitteen. Akun kapasiteetti on riippuvainen kennojen levyjen pinta-alasta. Mitä suurempi pinta-ala, sitä suurempi kapasiteetti. Akun kapasiteetti ilmaistaan ampeeritunteina (Ah). Ampeeritunti ilmaisee, kuinka monta tuntia akkua voidaan kuormittaa yhden ampeerin virralla. Veneissä käytettävien starttiakkujen kapasiteetti vaihtelee tyyppillisesti välillä 60-120 Ah. Omassa veneessäni on 105Ah starttiakku ja kaksi rinnakkain kytkettyä 130Ah hupiakku (=260Ah hupia). Eipä tarvitse moottoria käyttää akkujen takia pitkänäkään viikonloppuna ja kaikki laitteet toimivat hyvin.

Rinnakkain kytketyissä akuissa plus-navat on keskenään kytketty paksulla kaapelilla yhteen ja miinus-navat on kytketty vastaavalla tavalla keskenään yhteen. Toisistaan erotetuissa akuissa vain miinus-navat on kytketty yhteen. Rinnakkain kytkettävien akkujen on hyvä olla keskenään saman kokoisia, saman kuntoisia, saman ikäisiä ja saman tyyppisiä. Muuten niiden keskinäinen ero voi aiheuttaa häiriöitä lataukselle.

Isojen dieselmootoreiden puristus on suuri ja niiden käynnistäminen vaatii paljon tehoa. Akkuja onkin valmistettu eri tarkoituksiin. Osa akuista antaa pitkään tehoa pienellä virralla mutta niistä ei saa suurta virtaa ulos lainkaan. Osa akuista on valmistettu nimenomaan starttiakuiksi ja niistä saadaan lyhytaikaisesti ulos suuria virtoja. Käyttötarkoituksesta riippuen akkujen valintaan kannattaa kiinnittää huomiota. Ammattitaitoinen akkukauppias neuvoo asiassa mielellään.

Akkua ladataan tuomalla sen napoihin 13,8V jännite. Kun akun napajännite nostetaan suuremmaksi kuin nimellisjännite, akkuun virtaa sähköä ja kennojen nesteen happopitoisuus nousee. Kun akku on täysi, se nimellisjännite nousee latausjännitteen tasolle eikä virtaa enää kulje.

Akun varaustilaa ei luotettavasti voi mitata jännitemittarilla koska sen jännite laskee merkittävästi vasta kun se on lähes tyhjä. Sen sijaan akun kuntoa ja tilaa voi tutkia sitä varten valistetulla ominaispainomittarilla. Tällöin akkunestettä imetään mittariin kenno kerrallaan. Mitä suurempi nesteen ominaispaino on, sitä ylempänä mittarin kohoko kello. Kohoon on eri värein merkitty varaustilaa kuvaavat vyöhykkeet arvioinnin helpottamiseksi. Akku happo on syövyttävää ja vaarallista mm. silmille. Jos happoa roiskuu pienikin määrä kankaalle tai muulle aralle pinnalle, se on heti huuhdottava runsaalla vedellä. Pienetkin roiskeet näkyvät seuraavalla viikolla Uno Turhapuro-lookina.

Akun nestetaso on jokaisessa kennossa oltava akkulevyjä n. 1cm korkeammalla. Voimakkaat virrat käytettäessä ja ladattaessa lämmittävät akkua ja nestettä haihtuu luonnollisella tavalla. Vaurioituessaan jonkun kennon nestetaso saattaa laskea selkeästi muita kennoja nopeammin.

Latausjännite on säädetty laturin säätäjällä siten, että akun happo ei ala kiehuaan yllilatauksen seurauksena. Voimakkaiden latureiden säätäjät lopettavat latauksen varmuuden vuoksi jopa hiukan liian aikaisiin eikä akku milloinkaan lataudu aivan täyteen. Tämän seurauksen akun kennot alkavat eloksoitumaan eikä akku enää voikaan varautua aivan täyteen. Eloksoituminen voidaan estää käyttämällä apuna pientä irrallista ns. autolaturia jonka suurin latausvirta on 6A. Käytännössä latausvirta laskee akun varauksen noustessa nopeasti kahden ampeerin paikkeille eikä suurta yllilatautumisen vaaraa ole. Tähän vaikuttaa tietenkin akun kapasiteetti. Kun kapasiteetti on yli 200Ah, ei viikonkaan lataus pikkulaturilla aiheuta kokemuksen mukaan ongelmia.

Akun sisäiset sähköparit on kytketty toistensa kanssa sarjaan. Siten akun jokaisessa parissa virtaa sama virta sekä ladatessa että käytettäessä. Siten jokaisen kennon varaus on ehjässä akussa sama. Jos akun kuntoa epäilee, ensimmäinen mittausta on verrata eri kennojen tilaa toisiinsa. Jos kaikissa kennoissa on sama jännite, akku ei yleensä ole rikki vaan vika on jossain muualla ja akku on vain tyhjä. Vastaavasti, jos jokin kennoista poikkeaa selvästi muista, akku on aina syytä vaihtaa.

Jos ominaispainomittaria ei ole saatavilla, akun kunnan voi mitata myös yleismittarilla. Siiloin kahden kennon välinen jännite mitataan asettamalla yleismittarin mittapää akkukennon happoliuokseen. Jos miinusjohto kytketään miinusnapaan ja plus johto asetetaan kenno kennolta akkunesteeseen, mittaustulos nousee kennosta toiseen 2V kerrallaan. Mittauksen jälkeen mittapää on pestävä vedellä.

Tärkeä osa akun kuntoa on akun navat ja akkukengät. Akkukengät kiritetään kohtuullisen kireäksi. Kohtuullisuuden raja kulkee tässä kohdassa suunnilleen siinä, kun kenkä alkaa kiristettäessä muotoutumaan uudelleen. Sekä kenkien että napojen pintojen on oltava puhtaat ja sileät. Navat on hyvä pitää vaseliinilla voideltuina hapettumien estämiseksi. Akun napoihin ei ilman sulaketta pidä kytkeä muuta kuin varsinaiset akkukaapelit. Käyttämällä irrallista sulakerasiaa, akkuun kiinnitetään yleensä pilssipumppu ja mahdollinen aurikopanelin latausjohto. Vastaavalla tavalla voidaan radiolle viedä ns. kiinteä plus jos radion aseminen virityksen tallentuminen tätä vaatii.

Akku on ongelmajätettä ja sitä ei saa heittää tavalliseen roskakoriin. Espoon venesatamissa on akkuromun keräämiseksi omat astiansa. Myös asennuksessa akku kannattaa asentaa omaan nesteeseen pitävään astiaansa. Jos akku jostain syystä halkeaa, ei akkuhappo pääse tekemään tuhojaan veneen pilssissä.

## **Summeri/äänitorvi**

Summeri tai äänitorvi on kuin epätoivoinen solenoidi. Monen miehen on helppo ymmärtää, miltä summerista tuntuu. Milloinkaan ei ole siellä missä pitäisi. Summerin toimintaperiaate on nimittäin sellainen, että sen navoissa on käämi, jonka sisällä on puolestaan solenoidin tyyppinen rautasydän johon on kiinnitetty joustava peltilevy. Kun napoihin tulee jännite, alkaa käämissä kulkemaan virta ja sen rautasydän vetäytyy käämin sisään. Käämille menevä virta kulkee kuitenkin rautasydämeen kiinnitetyn kärkiparin kautta. Kun sydän liikkuu, kärkipari avautuu ja käämin virta katkeaa. Peltilevy kiskaisee rautasydämen takaisin perusasentoon, kärjet sulkeutuvat ja taas mennään. Sama eipäs juupas jatkuu niin kauan kuin sormi painaa summerin nappia. Peltilevyn edestakainen liike muodostaa värähtelyn, jonka äänitorven varsinainen torviosa voimistaa korvin kuultavaksi äänimerkiksi.

Summerin äänen korkeuteen ja samalla voimakkuuteen vaikuttaa rautasydämen liikkeen pituus ja siitä seuraava taajuus (värähtelyä sekunnissa). Summerista tai torvesta riippuen ääntä voidaan jossain määrin säätää. Summeriosan sisällä on säätöruuvi, joka asettaa kärkiparin etäisyyden peltilevyyn nähden. Useissa torvimalleissa on säätöä varten pieni reikä (mahdollisesti suojateipin alla), josta säätäminen voidaan pienellä ruuvimeisselillä tehdä.

Jos äänimerkki ei toimi, oikea toimintamalli voisi olla seuraava:

- Mittaa yleismittarilla, tuleeko torven johtoihin asti painiketta painettaessa 12 V jännite. Jos ei, korjaa vika.
- Jos jännite tulee, irrota toinen johdoista ja mittaa torven johtojen navoista resistanssi. Jos resistanssi on pieni, virta kulkee käämin yli. Jos resistanssi on ääretön, käämi ei ole kytkeytynyt virtapiiriin.
- Avaa äänimerkin kansiruuvit ja aukaise kansi varovasti.
- Puhdista osat liasta ja hapettumista ja poista mahdollinen ruoste. Yleisin syy vikoihin on se, että ajosuuntaan vaakatasossa olevasta torvesta on mennyt roiskevettä sisään ja torvi on ruostunut jumiin. Kokeile toimiiko torvi puhdistuksen jälkeen. Jos ei, jatka tutkimista.
- Jos resistanssi oli ääretön, katso, onko johdot sisältä ehjät. Katso myös, että toinen johto on juotettu käämin toiseen johtoon ja toinen johto menee kärkiparin yli toiseen johtoon.
- Jos resistanssi oli pieni, ei rautasydän ei pääse liikkumaan vapaasti tai se liikahtaa vetoasentoon mutta kärjet eivät aukea ja vapauta sitä takaisin. Aseta peltilevy paikalleen ja paina sitä sormella sisään päin. Katso aukeaako kärjet liikkeen aikana.
- Jos peltilevy ei aukaise kärkiä, kuuluu äänitorvesta napinpainalluksella pieni napsahdus. Säädä kärkien asento siten, että ne aukeavat kun rautasydän on pohjassa ja sulkeutuvat kun rautasydän palaa alkuasentoonsa. Kun säädät ruuvista kärkiä auki, summeri joko alkaa väristä tai sieltä kuuluu yksi napsahdus. Yksi napsahdus on merkki siitä, että kärkipari aukesi mutta ei sulkeutunut alkuasennossa takaisin kiinni. Palauta säätöä hiukan takaisin päin.
- Kun summeri alkaa värähdellä, säädä ruuvista äänen korkeus haluamallesi tasolle. Kiinnitä kaikki kansiruuvit ja kokeile uudelleen. Usein kansiruuvien kiinnitys muuttaa säätöä ja sama alkaa alusta. Jatka kärsivällisesti kunnes pääset haluamaasi lopputulokseen.

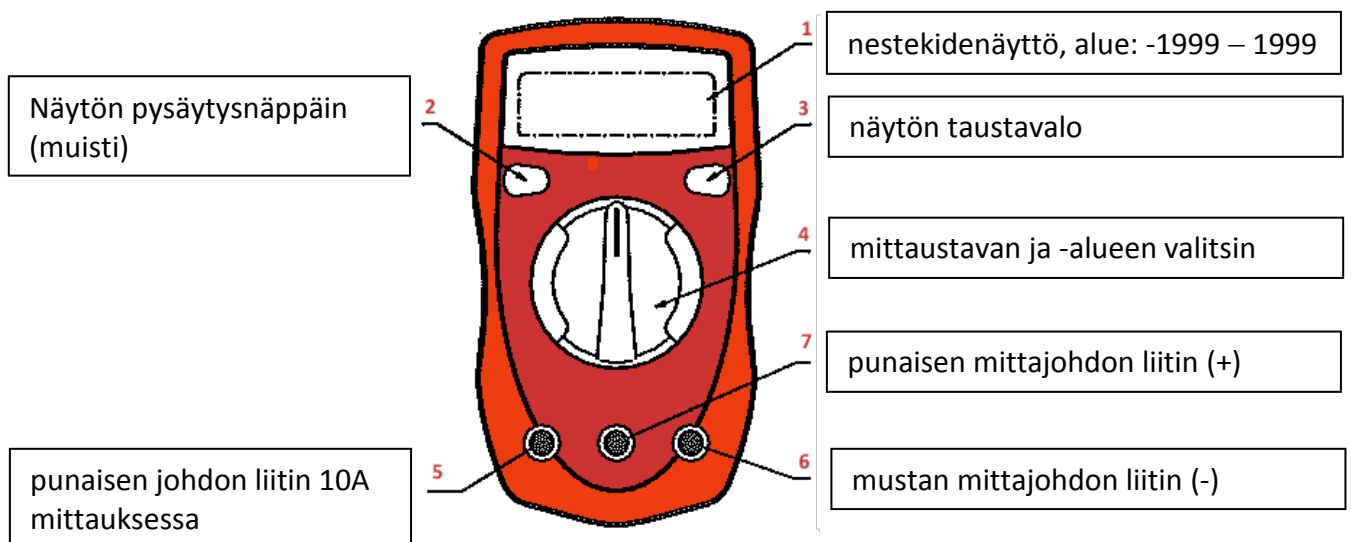
## 9. UNI-T YLEISMITTARI

UNI-T UT33D on monipuolinen yleismittari, jolla on helppo selvittää veneen sähköhäiriöiden syyt. Mittarissa on selkeä näyttö ja laajat mittausvalinnat.

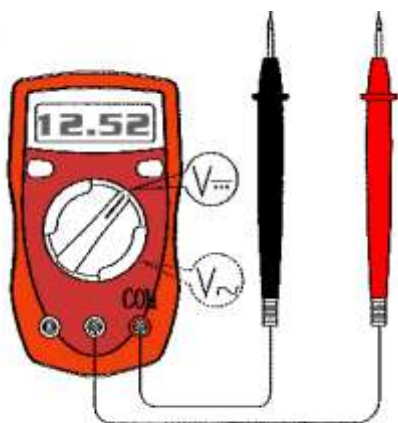
Tärkeimmät toiminnot ovat:

- Resistanssin mittaus (Ohmialue,  $\Omega$ )
- Tasajännitteen mittaus (Voltialue, V=)
- Diodin/oikosulun mittaus (Diodi/äänimerkkialue)
- Vaihtojännitteen mittaus (Voltialue, V~)

Lisäksi mittarissa on virran mittaamiseen käytettävä alue, joka soveltuu tasavirran mittaamiseen. Virran mittaus rikkoo helposti mittarin, eikä sitä suositella kokemattoman käyttöön. Virtamittaukseen kannattaa perehtyä osaavan henkilön opastuksella. Jos virtaa mitataan, ja käytetään 10A aluetta, on punainen mittajohdo siirrettävä vasemman puoleiseen liittimeen. Mittajohdon ollessa keskimmäisessä liittimessä, suurin mitattava virta voi olla ainoastaan 0,2 A, joka on todella vähän! JÄTÄ VIRTA MIELUMMIN MITTAAMATTA.



### Jännitemittaus

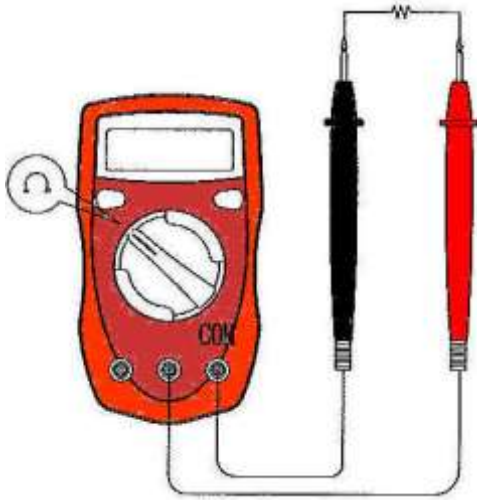


Aseta punainen mittajohdo keskimmäiseen liittimeen ja musta oikeanpuoleiseen (COM). Käännä valitsinta oikealle sopivalle tasajännitealueelle. Tasajännitteet mitataan alueilla V- ja vaihtojännitteet alueilla V~.

Jos et ole lainkaan selvillä mitattavan jännitteen suuruudesta, valitse ensin suuri mittausalue. Jos näyttöön tulee pelkkä "1", on mittausalue liian pieni. Älä mittaa tasajännitealueella vaihtojännitettä.

Mittarin sisäänmenoimpedanssi on n. 10M $\Omega$  ja se sopii erinomaisesti veneen laitteiden syöttöjännitteen mittauksiin. Jos mitataan suuri-impedanssisten laitteiden sisäisiä piirejä, mittarin impedanssi aiheuttaa pienen virheen mittaukselle.

## Resistanssin mittaus



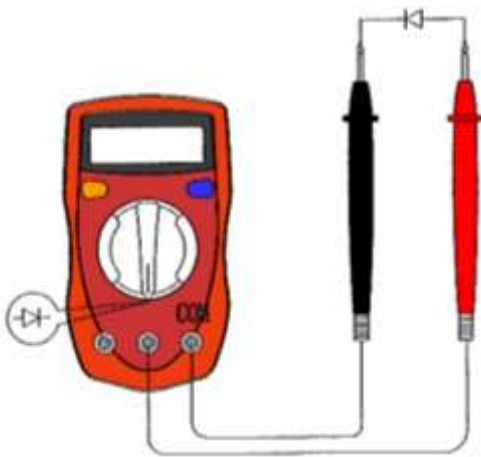
Tasavirtavastuksen, eli resistanssin mittauksessa johtimet asetetaan kuten jännitemittauksessakin. Mittausalueita on 200 ohmista 200 M(mega) ohmiin.

Resistanssin mittaus tehdään aina siten, virtapiiri on jännitteetön.

Mitattava komponentti on viisasta irrottaa laitteesta, ainakin toisesta päästään. Siten laitteen muut piirit eivät vaikuta mittaustulokseen.

Jos mittarin näyttöön tulee pelkkä "1", on resistanssi ääretön eli mitattava piiri on käytännössä poikki. Resistanssimittauksella on helppo mitata mm. sulakkeiden tai polttimoiden eheys.

## Diodin mittaus



Mitattaessa diodia, musta mittajohto kytketään diodin katodille ja punainen anodille. Tällöin mittarin sisäinen jännite ylittää diodin kynnyksjännitteen ja diodi muuttuu johteeksi. Jos johdot kytketään toisin päin, diodi muuttuu eristeeksi ja mittaustulos on lähes ääretön. Näin voidaan mitata toimiiko diodi siten, että toiseen suuntaan virta kulkee ja toiseen suuntaan ei.

Eri laitteissa olevissa pienissä diodeissa katodi on merkitty komponentin päässä olevalla renkaalla.

Diodimittauksella voidaan mitata myös eri johtojen eheys. Etuna on äänimerkki, jolloin ei hankalissa olosuhteissa tarvitse kiinnittää huomiota mittarin lukemaan.

## Taustavallo

Painamalla mittarin sininen taustavalopainike alas mittarin näyttöön tulee valo. Valon ansiosta voidaan tehdä mittauksia myös huonoissa valaistusolosuhteissa.

## Muisti (Hold)

Hankalissa ja ahtaissa tiloissa mittaustuloksen lukeminen ja mittajohtojen käsittely saattaa olla hankalaa. Tällöin on mahdollista painaa mittarin kiinni ollessa Hold-näppäintä, jolloin painohetken lukema jää mittarin muistiin. Tällöin mahdollisen apulaisen ei tarvitse osata lukemien tulkintaa vaan hän voi "säilöä" lukeman näytölle. Kun Hold-näppäin vapautetaan, lukema poistuu näytöltä.

## Virtakytkin

Välttääksesi tarpeettoman pariston kuormituksen, käännä valitsin aina OFF-asentoon kun mittaria ei käytetä.

