

Sähkö perusteet

Petteri Virranta



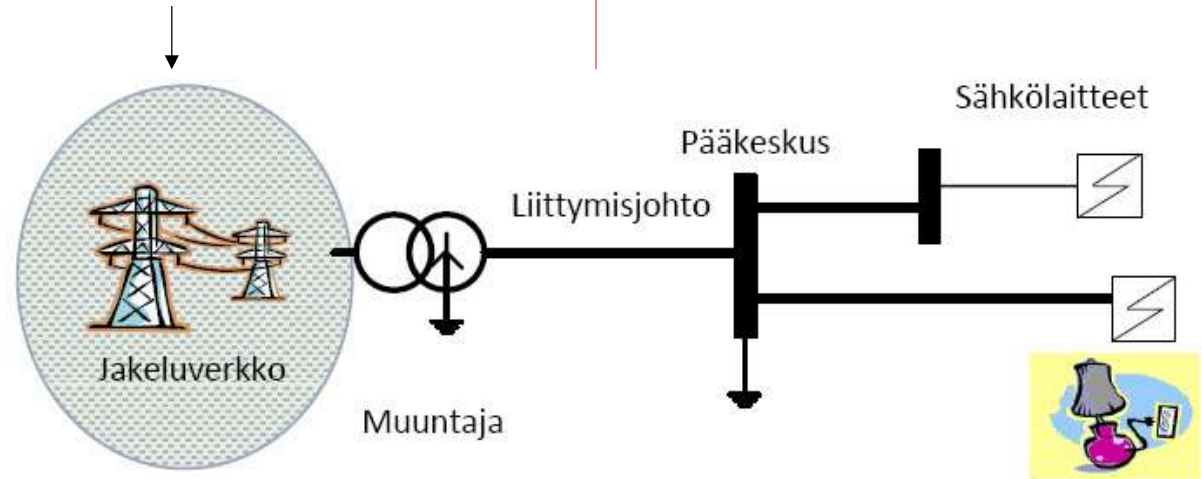
NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

1.1 Perusteet

- Rakennuksen sähköverkko koostuu sähkökeskuksesta, kaapeleista, kytkimistä, pistorasioista ja sähkölaitteista.
- Rakennuksen sähköverkko on yhteydessä jakeluverkkoyhtiön verkkoon ja siitä eteenpäin alueverkkoon ja kantaverkkoon. Kantaverkkoon sähkö tulee voimalaitoksista.

YLEINEN SÄHKÖVERKKO

Voimalaitos
Kantaverkko
Alueverkko



Kuva 1.

KIINTEISTÖN SÄHKÖVERKKO

1.1 Perusteet

- Tasavirta: sähkövirta, jonka suunta ei muutu, engl. DC, symboli = tai —
- Vaihtovirta: sähkövirta, jonka suunta muuttuu ajan funktiona, engl. AC, symboli $\sim$. Sähköverkossa liikkuva sähkö on vaihtovirtasähköä. Yleisin taajuus 50Hz, 60Hz ja 400Hz.
- Muuntaja: muuntaa vaihtosähkön jännitteen tai virran toiseksi samantaajuiseksi jännitteeksi tai virraksi. Yleisiä muuntajia ovat sähköverkon jakelumuuntajat, jotka muuttavat jakeluverkon sähkön esimerkiksi kotitalouksille sopivaksi. Muuntaja ei toimi tasavirralla.
- Invertteri: muuntaa tasavirran vaihtovirraksi.
- Potentiaali: sähkökentän potentiaalienergia yksikkövarausta kohden. Potentiaaliero on jännite. Potentiaalia mitataan volteissa.
- Maadoitus: eli maatto, sähkölaite tai muu osa liitetään maahan johtimella. Tällöin laitteen, johtimen ja maan sähkökentän potentiaalit ovat yhtä suuret. Maadoitus suojaa sähkölaitetta, ympäristöä ja ympärillä olevaa sekä käyttäjää häiriö- ja vikatilanteissa. Sähköverkon ja -järjestelmien jokainen yksikkö tai osa maadoitetaan erikseen. Maadoitus ei aina tarkoita, että laite tai laitteisto pitäisi olla fyysisesti kytketty maahan vaan maadoitus voidaan olla rakennettu laitteen sisään, esim. autot.

1.1 Perusteet

- Jännite: eri osilla on toisiinsa nähden erisuuruinen sähköinen potentiaali. Jännitteen tunnus on U . Jännitettä mitataan suurella Voltti (V). Maan potentiaaliksi on sovittu nolla. Muiden osien jännitettä mitataan suhteessa maahan. Jännite pyrkii osien välillä tasoittumaan mistä syntyy sähkövirta.
- Sähkövirta: Sähköverkossa kulkee sähkövirta, jota sähkölaite ottaa. Sähkövirran tunnus on I . Sähkövirtaa mitataan yksiköllä Ampeeri (A). Mitä suuremman virran laite ottaa, sitä enemmän tehoa se kuluttaa.
- Sähköteho: Teho kertoo kuinka paljon virtaa ja jännitettä jokin laite tarvitsee toimiakseen. Tehon tunnus on P . Tehoa mitataan yksiköllä Watti (W). Teho on periaatteessa virta kertaa jännite. Isommat sähkölaitteet esim. lieden teho on yli 1000W, joka ilmoitetaan kW.
- Sähköenergia: Sähköenergiaa kuvataan yksiköllä kilowattitunti (kWh). Sitä enemmän sähköenergiaa kuluu mitä suurempi laite on ja mitä pidempään se on yhtäjaksoisessa käytössä. Tavanomaisten kiinteistöjen sähköenergian kulutus vuodessa on tuhansia kilowatteja.

1.1 Perusteet

- Taajuus: Vaihtosähkössä jännite värähtelee kahden navan välissä. Värähtelyä kuvataan yksiköllä taajuus, esim. tavanomaisen kiinteistön sähköverkon taajuus on 50 Hz.
- Resistanssi: Jokaisella virtapiirin osalla on sähköön kulkua vastustava suure. Resistanssin tunnus on R. Sitä mitataan yksiköllä Ohmi (Ω).
- Impedanssi: Virtapiirin sähkövirralle aiheuttamaa vastusta kutsutaan impedanssiksi. Impedanssiin vaikuttaa mm. jokaisen virtapiirin osan resistanssi. Näin ollen myös impedanssia mitataan yksiköllä Ohmi (Ω).
- Loissähkö, loisteho: Vaihtosähkön virtapiireissä oleva ns. työtä tekemätön teho, joka vain värähtelee edestakaisin. Loisteho kuormittaa esim. siirtojohtoja, joten sitä pyritään kompensoimaan pois virtapiireistä kompensointilaitteistolla. Tämä on usein edullisempaa kuin loistehosta maksaminen. Loistehoa on induktiivista ja kapasitiivista, joista kapasitiivinen kuorma tuottaa loistehoa. Kompensointilaitteistolla tuotetaan kapasitiivista loistehoa, jolla kumotaan induktiivista loistehoa.

1.2 Yleinen sähköverkko

Voimalaitos

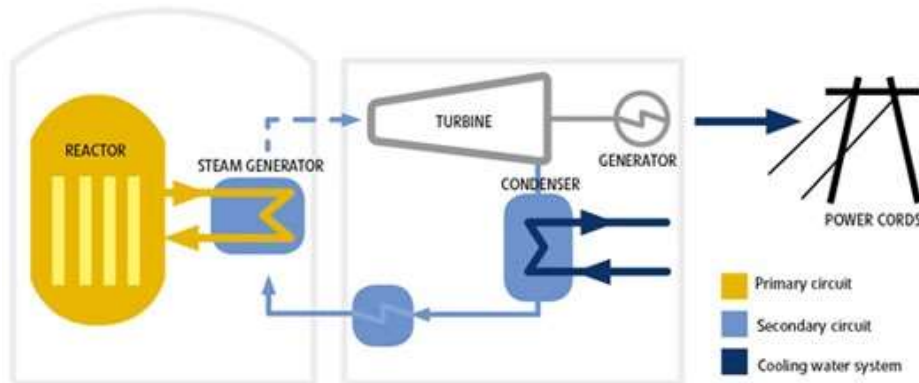


Kuva 2.

- Voimalaitos tuottaa sähköä, joka siirretään koko Suomen kattavaan kantaverkkoon.
 - Voimalaitoksissa jokin primäärienergia muutetaan sähköenergiaksi, joka on yksi sekundaarienergian muoto.
 - Voimalaitoksissa sähkö muunnetaan suurjännitteiseksi.
- Pienimuotoisia pienvoimalaitoja voi olla myös sähköverkon toisessa päässä, esim. aurinkovoimalat.
- Suomen sähköverkko on osa Pohjoismaalaista sähköverkkoa, joka on tasasähköllä yhteydessä Keski-Eurooppaan.
 - Suomen verkko on yhteydessä tasasähköllä myös Venäjälle ja Viroon
- Voimalaitoksia on esim.
 - Ydinvoimalaitos
 - Vesi-, tuuli-, aurinkovoimalaitos
 - Lämpövoimalaitos
 - Höyrykattilavoimalaitos jne.

1.2 Yleinen sähköverkko

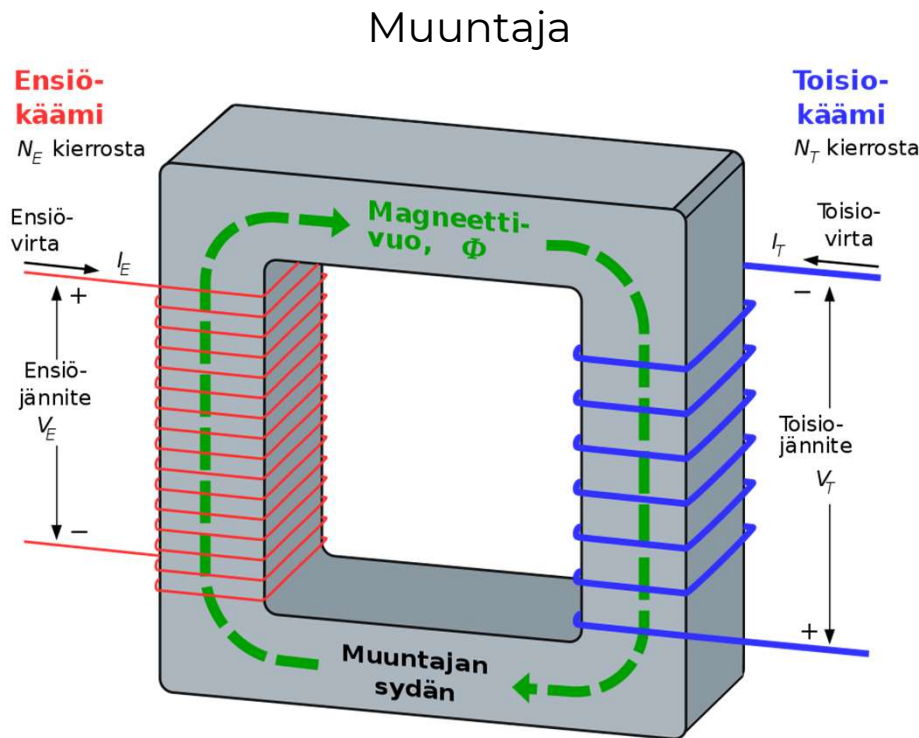
Sähköntuotannon periaate



Kuva 3.

- Voimalaitoksissa sähkö syntyy lähes aina generaattorin avulla
 - Poikkeuksena esim. aurinkosähkö
- Voimalaitoksissa periaatteesta riippuen voidaan tuottaa esim. lämpöä ja sähköä yhteistuotantona
- Sähköä täytyy tuottaa kulutusta vastaava määrä jatkuvasti. Vielä ei ole keksitty keinoa varastoida suurta määrää sähköä.
 - Etenkin talvella Suomen koko kapasiteetti on käytössä, kun se ei riitä ostetaan sähköä ulkomailta; tuontisähkö.
 - Suomi voisi olla omavarainen, mutta sähkön tuonti ulkomailta on halvempaa kuin nostaa Suomen kapasiteettiä. Tuontisähkön määrä Suomessa on noin 5%.
- Sähköntuotantoa on hajautettu ja etenkin viime vuosikymmenenä vihreänsähkön tuotanto ja kulutus on kasvanut.
- Sähköverkossa sähkö on vaihtovirtasähköä. Vaihtovirtasähkön jännitettä voidaan muuttaa muuntajalla.

1.2 Yleinen sähköverkko



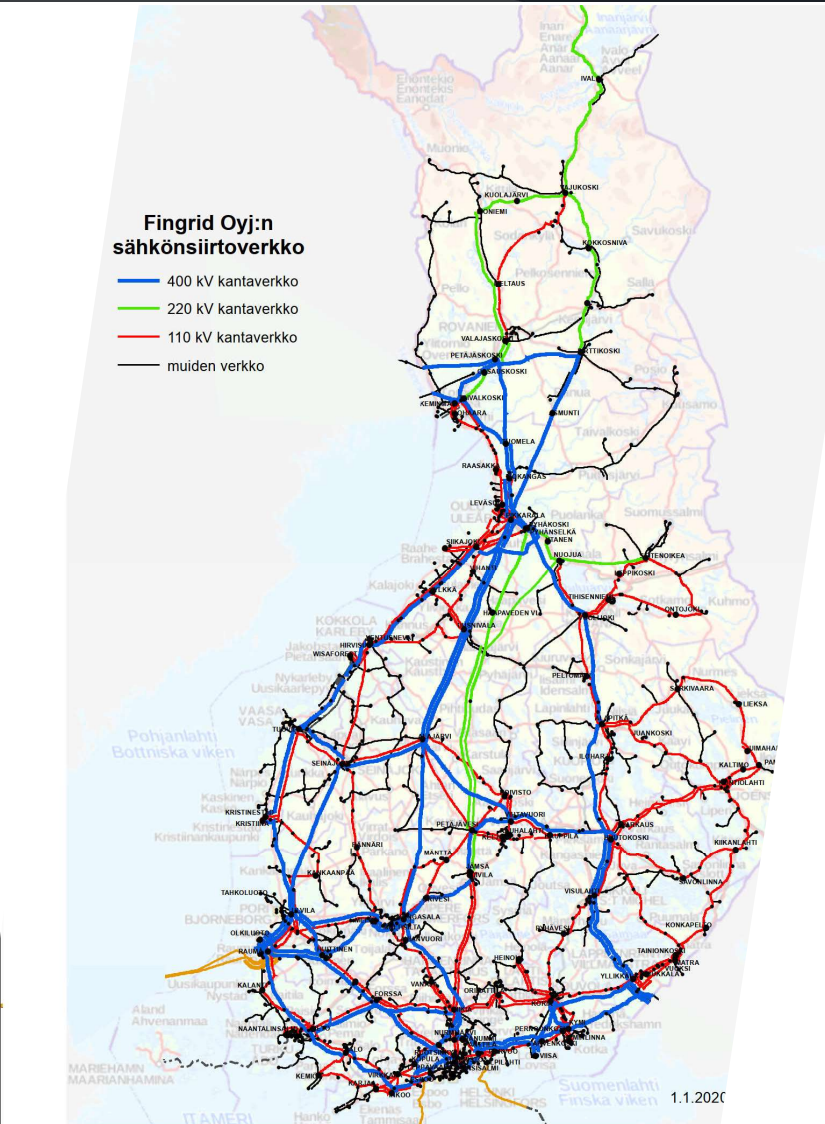
Kuva 4.

- Muuntaja on sähkömagneettinen laite, jonka tehtävä on muuntaa vaihtosähkön virta tai jännite toiseksi samantaajuiseksi virraksi tai jännitteeksi.
- Yksinkertaisessa muuntajassa on rautasydän ja kaksi toisistaan eristettyä käämiä.
- Käämit: ensiökäämi ja toisiokäämi ovat rautasydämen ympärillä.
- Sähkö siirtyy virtapiiristä toiseen käämien välisen keskinäisinduktanssin välityksellä: vaihtovirta kulkee ensiökäämissä, joka synnyttää rautasydämeen magneettivuon. Magneettivuo indusoi toisiokäämin napoihin sen kierrosmäärää vastaavan jännitteen.
- Samoja elementtejä sisältäviä laitteita ovat esim. virtalähteet, laturit, taajuusmuuttajat, vaihtosuuntaajat.



1.2 Yleinen sähköverkko

- Suomen yleinen sähköverkko koostuu kolmen eri jännitetason verkosta
 - Kantaverkko:
SUURJÄNNITEVERKKO
 - Alueverkko, jakeluverkko:
KESKIJÄNNITEVERKKO
 - Jakeluverkko:
PIENJÄNNITEVERKKO.
- Mitä pidempi matka sähköllä on kuljettavanaan sitä suurempi jännitetaso



Kuva 5.



Suurjännitteinen avojohto

Eristinketju ja
lautaset

1.2 Yleinen sähköverkko

- Kantaverkossa on pääosin kolme eri jännitetasoa
 - 400kV
 - 220kV
 - 110kV.
- Voimajohtoja kulkee sekä maassa maakaapelina että avojohtoina metalli pylväissä.
 - Mitä korkeampi jännite sitä suurempi
 - Pylväs
 - Pidempi eristin
 - Enemmän "lautasia"
- Kantaverkon suurijännitteen ansiosta sähköä voidaan siirtää pitkiä matkoja pienellä energiahäviöllä eli ettei johdossa ollut sähkö häviä jo matkalla.
 - Sähkötekniikan laki; mitä pienempi jännite U, sitä suurempi virta I, kun sama teho P halutaan siirtää kulutukseen
$$P = UI$$

Kuva 6.

Sähköasema

1.2 Yleinen sähköverkko

- Kytkinasemilla kantaverkosta tuleva suurjännitesähkö muunnetaan keskijännitteeksi.
- Sähköasemia on yli sata ja voimajohtoa yli 14 000 km.
- Kantaverkon omistaja on Fingrid Oyj.
- Suurjännitteet vaativat aina erityistä huomiota, ne ovat hankalampia hallita, vaativat enemmän tilaa; turvaetäisyydet ja aiheuttavat suuremmat riskit



Kuva 7.

1.2 Yleinen sähköverkko

- Alueverkossa eli keskijänniteverkossa jännitetaso on 10-35kV.
- Alueverkkoa hallinnoi paikallinen verkkoyhtiö.
 - Tästä syystä sähkön siirrosta maksetaan aina tietylle alueverkkoyhtiölle, sitä ei voi itse valita, toisin kuin sähköyhtiön.
- Joillakin alueverkkoyhtiöillä on omistuksessaan myös suurjännitelinjoja.
- Jakeluverkosta puhuttaessa usein tarkoitetaan sekä pien- että keskijänniteverkkoa.
- Keskijännitejohtoja on noin 140 000 km.
- Keskijännitejohtoja kulkee maanalla maakaapeina ja ilmajohtona puupylväissä.

Kuva 8.

Keskijännitteinen ilmajohto



1.2 Yleinen sähköverkko

- Keskijännite muunnetaan muuntajalla jälleen pienemmäksi, pienjännitteeksi
 - Ns. puistomuuntaja tai pylväsmuuntaja
- Jakeluverkkoa pitkin sähkö siirtyy kuluttajalle, esim. kotitalouksille
 - Pienjännite tulee pistorasiaan asti
- Pienjännite on Suomessa alle 1kV
 - Kotitalouksissa 230V tai 400V
 - Teollisuudessa myös 690V
- Sähkön kulutuksesta maksetaan sähköyhtiölle, jonka jokainen voi valita
 - Myös sähkön alkuperän, tuotantotavan voi kuluttaja valita

Pylväsmuuntamo



Puistomuuntamo

Kuva 10.

Pienjännitteinen AMKA-johto

1.2 Yleinen sähköverkko

- Jakeluverkon pienjännitekaapelit kulkevat kaupungeissa ja taajamissa maan alla, maaseudulla on edelleen avojohtoja tutuissa puusähköpylväissä.
 - Sähkön turvaamiseksi ja säältä suojaan avojohtoja siirretään maakaapeleiksi. Maakaapelointi on kalliimpaa.
 - Pienjännitteisen sähköjohdon erottaa puhelinjohdosta ja suur- ja keskijännitekaapelista sen kierteisestä muodosta.
 - AMKA- johto= riippukierrejohto
- Pienjännitejohtoa on noin 220 000 km.

Kuva 11.

1.2 Yleinen sähköverkko

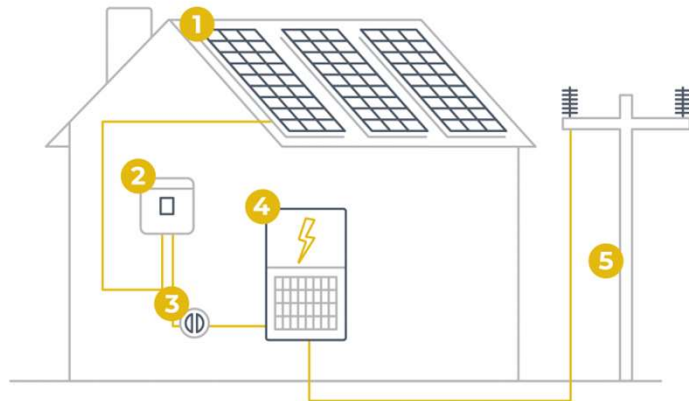


Kuva 12.

- Jakokaappeja on maakaapeloitujen jakeluverkkojen alueilla, esim. taajamissa.
- Kiinteistö liittyy sähköverkkoon liittymiskaapelilla, joko jakokaappiin tai ilmajohdon pylvääseen.
 - Liittymisiä hallitsee jakeluverkon haltija ja sen saa suorittaa vain urakointioikeudet omaava sähköurakoitsija.
 - Liittymistä ja sen rakentamista säätelee säännökset ja ohjeet.

1.2 Yleinen sähköverkko

AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄ



1. Aurinkopaneelisto 2. Invertteri eli vaihtosuuntaaja 3. Turvakytin 4. Talon sähkökeskus 5. Sähköverkko

Kuva 13.

- Sähköä voidaan nykyään tuottaa myös kuluttajalta päin verkkoon, kuka vain voi ryhtyä sähköntuottajaksi
 - Aurinkoenergia
 - Yleiseen sähköverkkoon yhdistetty kiinteistön aurinkosähköjärjestelmän ylijäämä sähkö myydään sähköntuottajalle
 - Aurinkosähköjärjestelmiä on myös akustoa lataavia järjestelmiä, jotka eivät ole yhteydessä yleiseen verkkoon. Tällöin ylijäämä sähköä ei voi myydä eteenpäin. Näin saadaan kuitenkin sähköä esim. yleisen sähköverkon ulkopuolella olevaan saarimökkiin.
- Huomaa, että aurinkosähköjärjestelmä tuottaa tasavirtasähköä, jonka invertteri muuntaa vaihtovirraksi.
- Aurinkosähköjärjestelmät ovat kehittyneet, niiden kysyntä on kasvanut räjähdysmäisesti ja niiden hinnat ovat tulleet kuluttajalle sopivimmiksi.

Kertaus video:

Mistä sähkö tulee?

Video 1.