

Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet

Sisällysluettelo

1	Johdanto	2
2	Jännitteensäätö	2
2.1	Jännitteensäädön säätötapa	2
2.2	Jännitteensäädön asetusarvo	2
2.3	Päämuuntajan mitoitus.....	3
2.4	Päämuuntajan käänkytkimen käyttö	3
3	Loistehostatiikka ja asetusarvo	3
3.1	Määritelmä	3
3.1.1	Mitoitusloistehon(Q_n) määritelmä	4
3.2	Aetusarvo	4
3.2.1	Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan yläjännitepuolella	4
3.2.2	Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan alajännitepuolella	4
4	Laitosloistehonsäätö	6
5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista	7
5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos	7
5.2	Tahtikonevoimalaitos - yksi generaattori	8
5.3	Tahtikonevoimalaitos - kaksi tai useampia generaattoreita.....	9

1 Johdanto

Tämä ohje on laadittu voimalaitosten jännitteensäädön asettelukäytäntöjen yhdenmukaistamiseksi. Ohjetta sovelletaan ensisijaisesti 110 kV verkkoon liittyneille yli 10 MW voimalaitoksille, mutta samoja periaatteita noudatetaan myös alemmilla jännitetasoilla. Ylemmillä jännitetasoilla ohjetta sovelletaan erikseen sovittaessa. Erikoistilanteissa tapauskohtainen soveltaminen on sovittava aina erikseen liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Suomen sähköjärjestelmään liitettyjen voimalaitosten tulee täyttää Fingrid Oyj:n Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV2018). Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset asettavat voimalaitokselta vaaditun loistehokapasiteetin liittämistavan, mitoitusvahvuuden ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

Tämän lisäksi Kantaverkkosopimuksen (KVS2016) liitteessä "Loissähkön toimitus ja loistehoreservin ylläpito" todetaan seuraavaa:

"Nimellisjännitteeltään 400 kV kantaverkkoon generaattorimuuntajan kautta liitetyn generaattorin loissähkön tuotanto- ja sisäänottokyky tulee generaattorin verkossa ollessa varata loistehoreserviksi kokonaan lukuun ottamatta generaattorimuuntajan sekä voimalaitoksen omakäytön kuluttamaa loissähköä. Muissa yli 10 MW generaattoreissa tulee generaattorin verkossa ollessa varata loistehoreserviksi puolet generaattorin loissähkön tuotantokyvystä sekä sisäänottokyvystä mitattuna generaattorijännitetasolla."

Tämän ohjeen jännitteensäädön periaatteet on asetettu ottaen huomioon käytettävissä oleva loistehokapasiteetti sekä velvoite varata puolet generaattorin loistehokapasiteetista voimajärjestelmän jännitteensäätöön. Tässä ohjeessa asetetut arvot perustuvat laskennallisiin tuloksiin sekä käytännön testaus- ja käyttökokemukseen.

2 Jännitteensäätö

2.1 Jännitteensäädön säätötapa

Tahtikonevoimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on generaattorin napajännitteen säätö.

Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on voimalaitoksen referenssipisteen jännitteensäätö.

2.2 Jännitteensäädön asetusarvo

Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa 110 kV kantaverkossa, jännitteensäädön asetusarvo on 118 kV, tämä on myös normaali kantaverkon käyttöjännite.

Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa alemmalla jännitetasolla, tulee jännitteensäätö asetella asetusarvoon, jossa voimalaitoksen loistehon anto kantaverkkoon tai otto kantaverkosta on mahdollisimman lähellä nolaa, kun kantaverkon jännite on 118 kV.

Noudattamalla yllä mainittuja asetusarvoja, voimajärjestelmän jännite pyrkii luontaisesti asetettuun normaaliin käyttöjännitteeseen, eikä jännitettä säätävien osapuolten välille synny turhaa loistehon siirtoa.

2.3 Päämuuntajan mitoitus

Kantaverkkoon liittyneen voimalaitoksen päämuuntajan (nk. blokki- tai nostomuuntaja) yläjännitepuolen mitoitusarvo on järkevää mitoittaa kantaverkon normaalin käyttöjännitteen (118 kV) mukaan.

2.4 Päämuuntajan käämikytkimen käyttö

Käämikytkimen käyttö ei ole pakollista, tosin siitä voi olla etua keskijänniteverkon jännitteenhallinnassa. Mikäli käämikytkin on asennettu, tulee sen käytössä noudattaa seuraavia periaatteita:

- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan yläjännitepuolella, käämikytkimen automaattisäätö on sallittu.
- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan alajännitepuolella, tulee käämikytkimen automaattisäädön olla estetty.

3 Loistehostatiikka ja asetusarvo

Loistehostatiikan avulla voimajärjestelmän jännitteensäätöön osallistuvat voimalaitokset jakavat voimajärjestelmän jännitteen muutoksesta aiheutuvan loistehon tuotantomuutoksen tasaisesti.

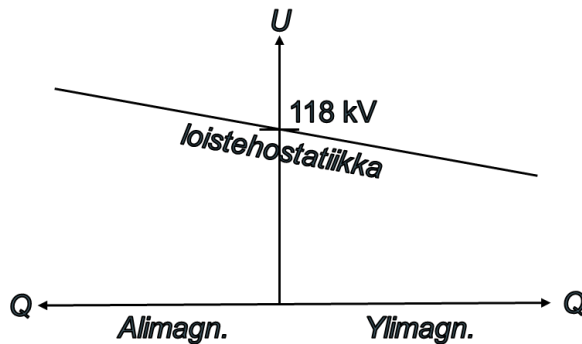
3.1 Määritelmä

Loistehostatiikka (slope) määritellään jännitteen muutoksen suhteena voimalaitoksen tuottaman loistehon muutokseen seuraavan yhtälön(1) mukaisesti:

$$slope = \frac{\frac{\Delta U}{U_n}}{\frac{\Delta Q}{Q_n}} \quad (1)$$

jossa ΔU on jännitteen muutos, U_n on mitoitusjännite, ΔQ on loistehon muutos, Q_n on mitoitusloisteho.

Loistehostatiikka toimii seuraavan kuvan 1 mukaisesti, jolloin voimalaitoksen loistehon tuotanto muuttuu jännitteen funktiona loistehostatiikkasuoran kulmakertoimen mukaan.



Kuva 1. Loistehostatiikka.

Loistehostatiikka voidaan toteuttaa myös loisvirtastatiikkana. Tällöin säädön toiminnan tulee noudattaa tämän ohjeen periaatteita, huomioiden kuitenkin säädön periaatteellinen poikkeavuus.

3.1.1 Mitoitusloistehon (Q_n) määritelmä

Mitoitusloisteho määritetään VJV-vaatimusten mukaisesti:

- Jänniteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan yläjännitepuolella, mitoitusloisteho on $Q_n = 0,33 * P_n$ (mitoituspätöteho)
- Jänniteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan alajännitepuolella, mitoitusloisteho on $Q_n = 0,48 * P_n$ (mitoituspätöteho)

3.2 Asetusarvo

3.2.1 Jänniteensäädön referenssipiste päämuuntajan yläjännitepuolella

Jänniteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan yläjännitepuolella loistehostatiikan asetusarvon tulee olla välillä 4–8 %. Suositeltu asetusarvo on 4 %.

3.2.2 Jänniteensäädön referenssipiste päämuuntajan alajännitepuolella

3.2.2.1 Yksi generaattori

Kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt yksi generaattori ja jänniteensäädön referenssipiste on päämuuntajan alajännitepuolella, tulee loistehostatiikan asetusarvon olla välillä 0–4 %. Suositeltu asetusarvo on 0 %.

Jos päämuuntajan oikosulkuiмпedanssi u_k on suurempi kuin 12 %, tulee asetusarvon olla 0 %.

3.2.2.2 Kaksi tai useampia generaattoreita

Kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt kaksi tai useampia generaattoreita ja jänniteensäädön referenssipiste on päämuuntajan alajännitepuolella, tulee loistehostatiikan asetusarvon olla välillä 2–4 %. Suositeltu asetusarvo on 4 %.

Kantaverkkopalvelut / Kuusela Antti

4.4.2018

Jos päämuuntajan oikosulkuiмпedanssi u_k on suurempi kuin 12 %, tulee asetusarvon olla 2 %.

4 Laitosloistehonsäätö

Laitosloistehonsäätö sallitaan ainoastaan liittynöissä, joiden taakse on liittynyt kulutusta ja tuotantoa (esim. teollisuusintegraatti). Tällöin liittynän takaisen kulutuksen vuosienergian tulee olla vähintään 1/4 liittynän takaisen tuotannon vuosienergiasta, muutoin liittyntä katsotaan puhtaaksi voimalaitosliittynäksi.

Laitosloistehonsäädön tarkoituksena on kompensoida paikallisen kuormituksen kuluttama loisteho sekä pitää liittynän loistehon siirto liittymispisteessä sopimuksen mukaisissa rajoissa. Laitosloistehonsäätöön voidaan varata suurimmillaan puolet generaattorin käytettävissä olevasta loistehokapasiteetista.

Laitosloistehonsäätöä käytettäessä generaattorin jännitteensäätö tulee asetella tämän asiakirjan lukujen 2 ja 3 periaatteiden mukaisesti. Laitosloistehonsäätö ja generaattorin vakiojännitesäätö muodostavat kaskadisäädön. Laitosloistehonsäätö on ylempi säädin, joka antaa ohjearvoja generaattorin jännitteensäädölle tai jännitteensäädön ohjearvon summauspisteeseen. Generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö on siis aina aktiivinen, eikä sitä saa ohittaa tai estää laitosloistehonsäädön toimesta.

Laitosloistehonsäätö saa olla päällä ainoastaan silloin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Liittymispisteen jännite on 116–120 kV
- Laitosloistehonsäädöllä kompensoitava loisteho on alle 50 % generaattorin käytettävissä olevasta loistehokapasiteetista.
- Laitosloistehosäädön integrointiajan tulee olla hidas, niin että säätö hakee uuden toimintapisteen 15 minuutin kuluttua loistehomuutoksesta.

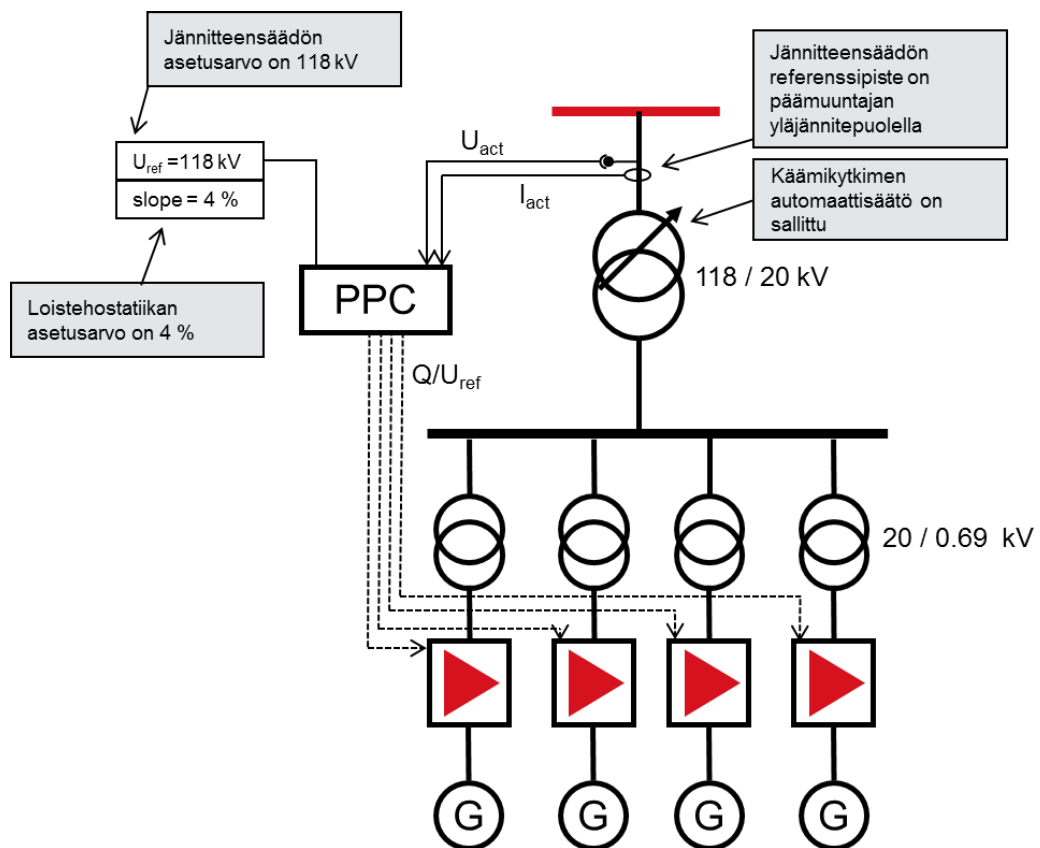
Mikäli tämän ohjeen periaatteista on tarve poiketa perustellusta syystä, tulee siitä sopia erikseen Fingridin kanssa. Laitosloistehonsäädön käytöstä tulee ilmoittaa Fingridille.

5 Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista

Tähän lukuun on kuvattu periaatteelliset esimerkkikuvat tyypillisten toteutuksien mukaan.

5.1 Suuntaajajakytketty voimalaitos

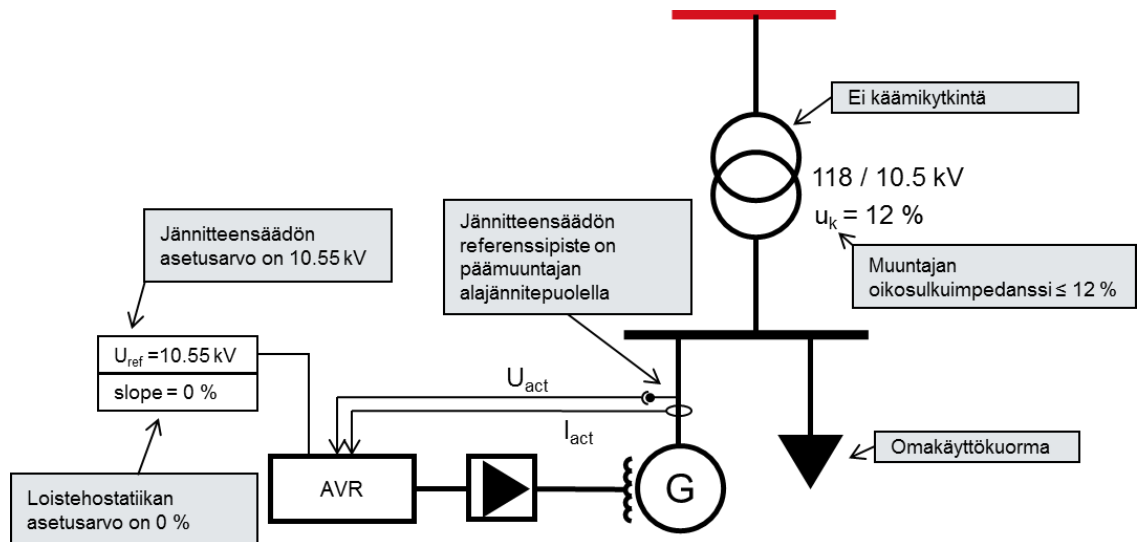
Kuvassa 2 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta suuntaajajakytketyssä voimalaitoksessa.



Kuva 2. Suuntaajajakytketyn voimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio.

5.2 Tahtikonevoimalaitos - yksi generaattori

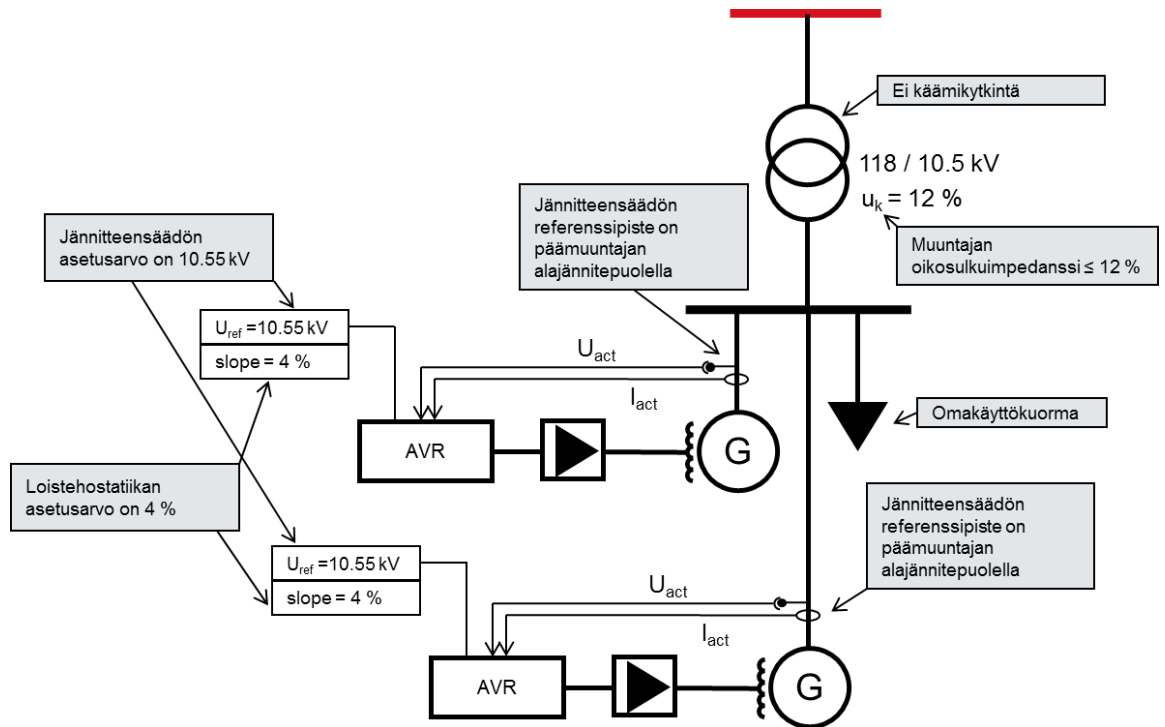
Kuvassa 3 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta tahtikonevoimalaitoksessa, kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt yksi generaattori.



Kuva 3. Tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio - yksi generaattori.

5.3 Tahtikonevoimalaitos - kaksi tai useampia generaattoreita

Kuvassa 4 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta tahtikonevoimalaitoksessa, kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt kaksi tai useampia generaattoreita.



Kuva 4. Tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio - kaksi tai useampia generaattoreita.