

SVT-1200 Sähkövoimajärjestelmän perusteet

Tentti 28.3.2011 Kirsi Nousiainen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta

Hyväksytyyn tulokseen vaaditaan vähintään 2 pistettä vähintään neljästä eri tehtävästä!

1. Tarkastellaan puupylväillä ja metalliorilla toteutettua kolmivaiheista 24 kV (käyttöjännite 21 kV) avojohtoa maasta erotetussa verkossa. Ovatko seuraavat väitteet oikein? Jos väite on mielestäsi oikein, niin esitä perustelut väitteen tueksi. Jos väite on mielestäsi väärin, niin kerro mikä siinä on väärin ja miksi ja kerro miten väite olisi oikein. Huom! Pisteet (4 x 1,5 p) tulevat perusteluista, ei arvauksista (vaikka olisivat oikeinkin).
- Vaihejohtimen ja maadoitetun metalliorren välissä on normaalissa toimintatilassa 21 kV jännite.
 - Pääjännitteen ja vaihejännitteen välillä ei ole vaihesiirtoa symmetrisessä kuormitusstilanteessa, kun kuormitusvirran tehokerroin $\cos\varphi = 1$.
 - Vaihejohtimen ja maan välisen jännitteen hetkellisarvo voi vikavastuksettoman maasulun aikana olla maksimissaan 51,4 kV.
 - Suurin mahdollinen jännitteen hetkellisarvo kahden jännitteisen osan välissä normaalissa toimintatilassa on 21 kV.

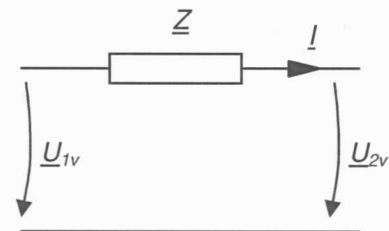
2. 100 km mittaisen siirtojohdon ominaisresistanssi ja $-$ reaktanssi vaihetta kohti ovat $r=0,08 \Omega/\text{km}$ ja $x=0,24 \Omega/\text{km}$. Johdon kuormana on sen loppupäässä 44 MW suuruinen kuorma ($\cos\varphi=0,91_{\text{ind}}$) ja johdon lopussa jännite on 110 kV.

- Kuinka suuri on johdolla kulkeva kuormitusvirta? (2 p.)
- Määritä mahdollisimman tarkasti johdon alkupään pääjännitteen itseisarvo. (2 p.)
- Kuinka suuret ovat johdolla syntyvät pätötehohäviöt? (2 p.)

3. Jakelumuuntajan kilpiarvoiksi on annettu, $U_{n1}/U_{n2}=20500/410 \text{ V}$, $S_n=800\text{kVA}$, $P_{kn}=7200\text{W}$, $P_o=1650\text{W}$, $u_k=5,8\%$.

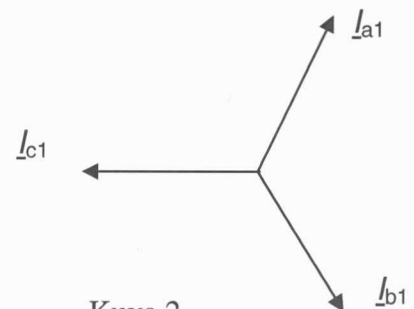
- Laske muuntajan kuormitusvirta ja sen kulma, jos muuntajan kuormana on kaksi kuormituspistettä, joiden kuormat ovat $P_1=300\text{kW}$, $\cos\varphi=0,83_{\text{ind}}$ ja $P_2=410 \text{ kW}$, $\cos\varphi=0,92_{\text{ind}}$. (2 p.)
- Mikä on muuntajan toisiojännite, jos yläjännite on nimellisen suuruinen ja muuntajalla on a)-kohdan mukainen kuorma. (2 p.)
- Kuinka suuret ovat muuntajan kokonaishäviöt b)-kohdan tapauksessa (2 p.)

4. Oheisessa kuvassa 1. on esitetty eräs tehosiirtotilanne johdolla, jonka impedanssi on \underline{Z} . Kuvaan on merkitty alku- ja loppupään vaihejännitteet \underline{U}_{1v} ja \underline{U}_{2v} ja johdolla kulkeva kuormitusvirta \underline{I} . Johdon loppupäässä olevalle kuormitukselle tehokerroin $\cos\varphi=1$. Piirrä kohdista a), b) ja c) osoitinpiirroksset ja selosta, miten alku- ja loppupään vaihejännitteiden välinen ero riippuu kuormitusvirran suuruudesta.



- Impedanssi \underline{Z} on puhdas resistanssi. (2 p.)
Kuva 1.
- Impedanssi \underline{Z} on puhdas reaktanssi. (2 p.)
- Impedanssi muodostuu yhtä suuresta resistanssista ja reaktanssista.

5. Ohessa kuvassa 2. on esitetty myötäjärjestelmän virtaosoittimet kaikille vaiheille. Piirrä eri vaiheille sellaiset vasta- ja nollajärjestelmän virtaosoittimet, että ne kuvaavat
- a- ja b-vaiheen välistä kisko-oikosulkua ilman maakosketusta. (3 p.)
 - c-vaiheen jäykkää (vikavastus=0) maasulkua käyttömaadoitetussa verkossa (tähtipiste suoraan maadoitettu). (3 p.)



Kuva 2.