

**SVT-1200 Sähkövoimajärjestelmän perusteet**  
**Tentti 10.5.2010 Kirsi Nousiainen**  
**Tentissä saa käyttää omia ohjelmoitavia laskimia**

- Tarkastellaan puupylväillä ja metalliorilla toteutettua kolmivaiheista nimellijännitteeltään 24 kV (normaali 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 tulevat perusteluista, ei arvauksista (vaikka olisivat oikeinkin).

V a) Vaihejohtimen ja pylvään maadoitetun metalliorren välissä on normaalissa toimintatilassa 21 kV jännite.

b) Järjestelmän jonkin vaihejännitteen ja pääjännitteen välillä voi olla 90 asteen vaihe-ero normaalissa kuormitustilanteessa.

c) Suurin mahdollinen jännitteen hetkellisarvo vaihejohtimen ja pylvään maadoitetun metalliorren välissä normaalissa toimintatilassa on n. 17 kV.

d) Suurin mahdollinen jännitteen hetkellisarvo kahden jännitteisen osan välissä normaalissa toimintatilassa on n. 36 kV.
  
- Jakelumuuntajan kilpiarvoiksi on annettu,  $U_{n1}/U_{n2}=20500/410$  V,  $S_n=800$  kVA,  $P_{kn}=7200$  W,  $P_o=1650$  W,  $u_k=5,8\%$ .

a) Laske muuntajan kuormitusvirta ja sen kulma toisiojännitteeseen nähden, jos muuntajan kuormana on kaksi kuormituspistettä, joiden kuormat ovat  $P_1=300$  kW,  $\cos\phi=0,83_{ind.}$  ja  $P_2=410$  kW,  $\cos\phi=0,92_{ind.}$

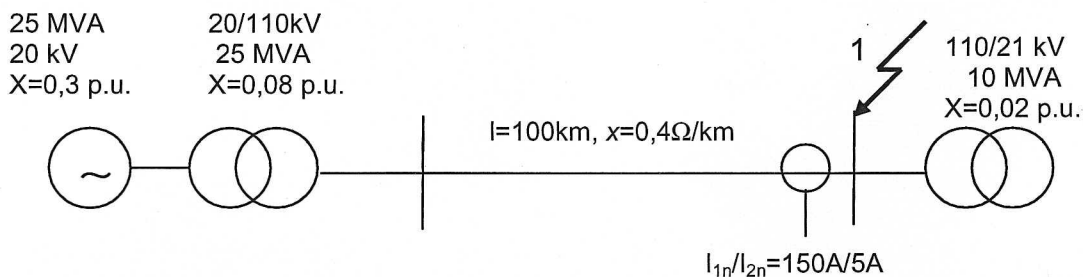
b) Mikä on muuntajan toisiojännite, jos yläjännite on nimellisen suuruinen ja muuntajalla on a)-kohdan mukainen kuorma.

c) Kuinka suuret ovat muuntajan häviöt a)-kohdan mukaisessa kuormitustilanteessa?
  
- Oheinen kuva 1. esittää tahtigeneraattorin syöttämää kolmivaihejärjestelmää.

a) Esitä suhteellisarvoilla sijaiskytkentä, jolla voit laskea oikosulkuvirran, jos kuvan kohdassa 1 (sähköaseman 110 kV kiskostossa) tapahtuu vastukseton kolmivaiheinen oikosulku. Johto (100km) voidaan olettaa kuvattavaksi puhtaalla reaktanssillaan. Virtamuuntajan impedanssia ei tarvitse huomioida. Vikakohdassa jännite on 110 kV.

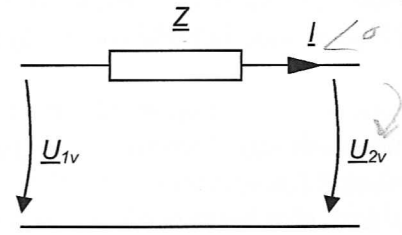
b) Laske oikosulkuvirran suuruus ampeereina vikakohdassa em. vikatapauksessa.

c) Jos kuvan virtamuuntajan toisiossa kulkee eräässä vikatilanteessa 4 A virta, niin kuinka suuri vikavirta kulkee kuvan kohdassa 2?



Kuva 1.

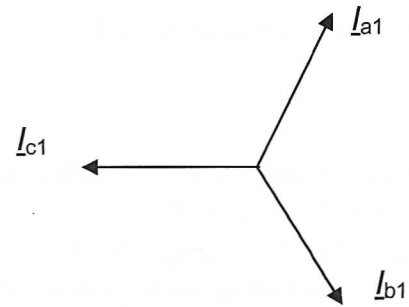
4. Oheisessa kuvassa 2. on esitetty eräs tehonsiirtotilanne johdolla, jonka impedanssi on  $\underline{Z}$ . Kuvaan on merkitty alku- ja loppupään vaihejännitteet  $\underline{U}_{1v}$  ja  $\underline{U}_{2v}$  ja johdolla kulkeva kuormitusvirta  $\underline{I}$ . Johdon loppupäässä olevalle kuormitukselle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



Kuva 2.

- Impedanssi  $\underline{Z}$  on puhdas resistanssi.
- Impedanssi  $\underline{Z}$  on puhdas reaktanssi.
- Impedanssi  $\underline{Z}$  muodostuu yhtä suuresta resistanssista ja reaktanssista.

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



Kuva 3.