

SVT-1200 Sähkövoimajärjestelmän perusteet
Tentti 8.7.2013 Kirsi Nousiainen

Omia ohjelmoitavia laskimia saa käyttää!

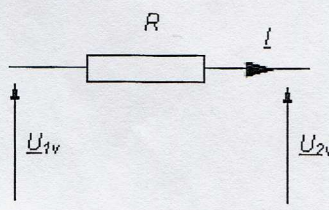
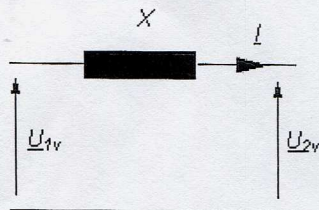
Huom! Hyväksytyyn suoritukseen vaaditaan vähintään kaksi pistettä vähintään neljästä eri tehtävästä sekä vähintään 12 pisteen kokonaismäärä.

1. Tarkastellaan puupylväillä ja metalliorsilla toteutettua kolmivaiheista 24 kV:n (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).
- Vaihejohtimen ja maadoitetun metalliorren välissä on normaalissa toimintatilassa 21 kV jännite. (1,5 p.)
 - Pääjännitteen ja vaihejännitteen välillä ei ole vaihesiirtoa symmetrisessä kuormitusstilanteessa, kun kuormitusvirran tehokerroin $\cos\phi = 1$. (1,5 p.)
 - Vaihejohtimen ja maan välisen jännitteen tehollisarvo voi normaalitilassa olla enintään 21 kV. (1,5 p.)
 - Kahden jännitteisen osan välissä voi jännitteen hetkellisarvo normaalitilassa olla lähes 30 kV. (1,5 p.)

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:n suuruisen kuorma ($\cos\phi=0,91_{\text{ind}}$), ja johdon lopussa jännite on 110 kV.
- Kuinka suuri on johdolla kulkeva kuormitusvirta? (2 p.)
 - Määritä 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 vaihejännitteeseen nähden, jos muuntajan kuorman muodostavat kaksi kuormituspistettä, joiden kuormat ovat $P_1=300\text{kW}$, $\cos\phi=0,83_{\text{ind}}$ ja $P_2=410 \text{ kW}$, $\cos\phi=0,92_{\text{ind}}$. (3 p.)
 - Mikä on muuntajan toisiojännite, jos yläjännite on nimellisen suuruisen ja muuntajalla on a)-kohdan mukainen kuorma. (3 p.)

4. Oheisessa kuvassa 1. on esitetty kolmivaihejohtoa kuvaava yksivaiheinen sijaiskytkentä tapauksessa, jossa johto voidaan kuvata puhtaana reaktanssina (kuva 1 a) ja tapauksessa, jossa johto voidaan kuvata puhtaana resistanssina (kuva 1 b). Kuvassa esiintyvät jännitteet \underline{U}_{1v} ja \underline{U}_{2v} ovat johdon alku- ja loppupäässä esiintyvät vaihejännitteet. I on johdon loppupäässä olevan kuormituksen aiheuttama kuormitusvirta. Piirrä osoitinpiirrokset, jotka kuvaavat jännitteitä \underline{U}_{1v} ja \underline{U}_{2v} ja johdolla kulkevaa virtaa I seuraavissa kuormitustapauksissa
- Puhdas resistiivinen kuorma, kun johto voidaan kuvata puhtaana reaktanssina. (1,5 p.)
 - Lievästi induktiivinen kuorma, kun johto voidaan kuvata puhtaana resistanssina. (1,5 p.)
 - Lievästi induktiivinen kuorma, kun johto voidaan kuvata puhtaana reaktanssina. (1,5 p.)
 - Lievästi kapasitiivinen kuorma, kun johto voidaan kuvata puhtaana reaktanssina. (1,5 p.)



5. Symmetrisen kolmivaiheverkon vikatilanteita voidaan kuvata symmetristen komponenttien avulla. Piirrä sellaiset verkon myötä-, vasta- ja nollajärjestelmän virtaosoittimet, jotka voisivat kuvata verkon
- normaalialia symmetristä kuormitustilannetta. (2 p.)
 - b-vaiheen jäykkää maasulkua. (2 p.)
 - a- ja c-vaiheen välistä oikosulkua ilman maakosketusta. (2 p.)