

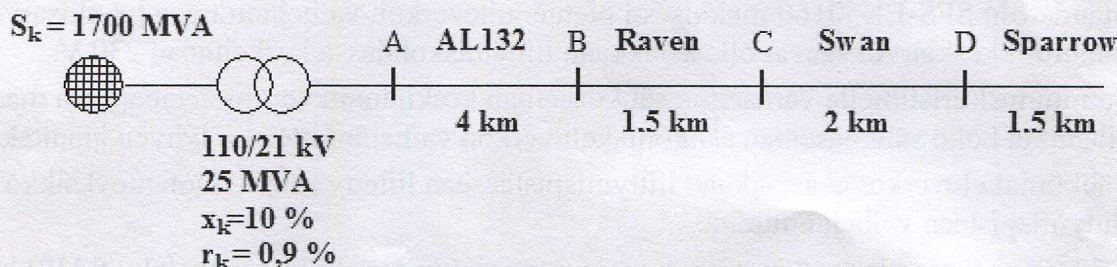
1. Pitääkö seuraavat väittämät paikkansa (K=kyllä / E=ei / ET=en tiedä)?
Oikeasta vastauksesta saa yhden pisteen (1p) ja väärästä vastauksesta yhden miinus pisteen (-1p).
Vaihtoehtoja ET (=en tiedä) saa 0p.
 - a) Suomessa 400 kV siirtoverkko on maadoitettu.
 - b) Standardin SFS-EN50160 mukaisesti pienjänniteverkon vaihejännitteen tehollisarvojen 10 minuutin keskiarvot saavat olla asiakkaan liittämiskohdassa korkeintaan 230 V.
 - c) Sammutuskuristimella varustetun sähköaseman keskijänniteverkossa tapahtuva maasulku aiheuttaa koko sähköaseman sähköjakeluverkon vaihejännitteisiin lyhyen jännitekuopan.
 - d) Sähköjakeluverkossa asiakkaan liittymispisteeseen liitetty sähköntuotantoyksikkö nostaa liittymispisteen vaihejännitteitä.
 - e) Sähköjakeluverkkojen käyttövarmuuden arviointiin soveltuva tunnusluku SAIFI kuvaa asiakkaan kokeman keskeytysajan keskimääräistä kestoa.
 - f) Keskijänniteverkon kevyesti kuormitetun 20 kV haaran korvaaminen 1000 V pienjänniteverkolla merkitsee uutta suojausvyöhykettä johtolähdölle, mikä lisää 20 kV johtolähdön suojauksen toimintakertoja.
2. a) Selvitä lyhyesti säteittäisen keskijännitelähdön tehonjaon laskentaperiaate (4p)
b) Johda keskijännitejohdon taloudelliseen mitoittamiseen liittyvän suuremman poikkipinnan valinnassa käytettävän rajatehon yhtälö (4p)
3. a) Keskijänniteverkossa esiintyy merkittäviä jännitteenalenemia, joiden takia alueelle pitäisi ehkä rakentaa uusi 110/20 kV:n sähköasema. Kuormitusten kasvussa on kuitenkin suurta epävarmuutta. Sähköasemainvestointia voidaan siirtää muutamalla vuodella eteenpäin tulevaisuuteen sijoittamalla verkon varrelle kompensointikondensaattori. Miten suuri voi ns. ”siirtoinvestointina” tehtävä kondensaattori-investointi suurimmillaan olla, jotta 1 M€ sähköasemainvestointi voidaan siirtää 6 vuotta myöhäisemmäksi? Laskentakorko on 5 %. Tehtävässä ei tarvitse tarkastella muita sähköasemainvestoinnilla saatavia hyötyjä kuin investointikustannuksia. Siirtoinvestoinnin jäännösarvoa ei tarvitse ottaa huomioon. (3p)
b) Selvitä lyhyesti mitä muita hyötyjä olisi investoinnista uuteen sähköasemaan?(3p)

(Tenttitehtävät 4 ja 5 sekä talousmatematiikan kaavat tenttipaperin kääntöpuolella)

4. Laske alla olevan kuvan mukaiselle verkolle 3-vaiheinen oikosulkuvirta pisteissä A ja D. Miten paljon pienempi olisi pisteessä D tapahtuva 2-vaiheinen oikosulkuvirta. Syöttävän verkon oikosulkuresistanssi voidaan olettaa nolaksi. (4p)

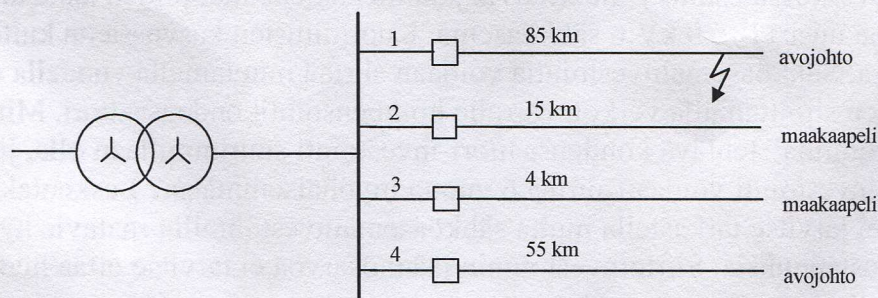
Johtotiedot ovat seuraavat:

	AL132	Raven	Sparrow	Swan
$r \Omega/\text{km}$	0,237	0,638	0,990	1,52
$x \Omega/\text{km}$	0,346	0,379	0,398	0,417



5. Tarkastellaan yksivaiheista maasulkua alla olevan kuvan mukaisessa maasta erotetussa keskijänniteverkossa. Avojohton maakapasitanssi on $5,5 \text{ nF/km}$, vaihe ja maakaapelin maakapasitanssi 300 nF/km , vaihe. Verkon pääjännite on 21 kV . Vikaresistanssi on 0Ω . Maasulku tapahtuu lähdön 1 loppupäässä kuvan 1 mukaisesti.

- Määritä kaikkien johtolähtöjen releiden mittaama summavirta ja määrittele niiden suunta (2p)
- Jakelumuuntamalla maasulkuvirran aiheuttaman maadoitusjännitteen maksimiarvo on 500 V (1s laukaisuaika). Kuinka suuri maadoitusresistanssi tällöin sallitaan 1s laukaisujalla? (2p)
- Oletetaan, että maadoitusjännitevaatimukset eivät toteudu. Miten verkko voidaan saada maadoitusjännitevaatimukset täyttäväksi? (2p)



Talousmatematiikan kaavoja:

$$\varepsilon = \frac{(1+r/100)^2}{1+p/100}$$

$$\varepsilon = \frac{(1+r/100)}{1+p/100}$$

$$\kappa = \varepsilon \frac{\varepsilon^T - 1}{\varepsilon - 1}$$

$$a = \frac{p/100}{\left[1 - \left(\frac{1}{\left(1 + p/100 \right)'} \right) \right]}$$