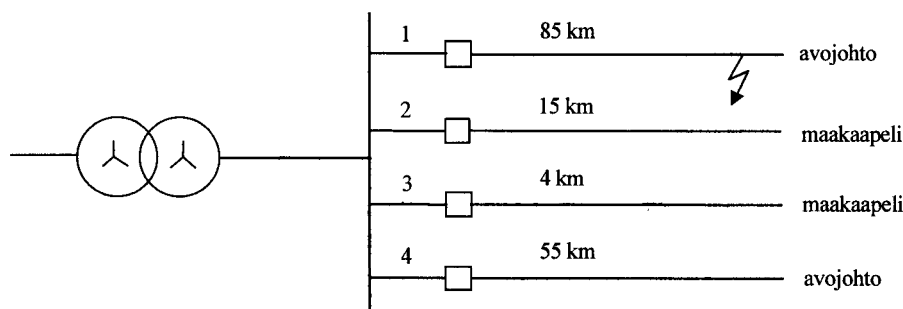


1. Selvitä lyhyesti:
  - a) kuormitustopografia (2p)
  - b) oikosulkuvirran ekvivalenttinen vaikutusaika (2p)
  - c) jakeluverkon jännitejyykyys (2p)
  
2. a) Selvitä uuden 110/20 kV sähköaseman rakentamisen vaikutukset sähköjakeluverkoostoon. (4p)
- b) Milloin 110/20 kV sähköaseman poistamista kannattaa harkita? (2p)
  
3. Kuormitustiedot ovat keskeinen lähtötieto verkostosuunnittelulle. Esittele lyhyesti keskijänniteverkon pitkän aikavälin kuormitusennusteiden laadintaperiaatteet. (6p)
  
4. Tarkastellaan yksivaiheista maasulkua kuvan 1 maasta erotetussa keskijänniteverkossa. Avojohton maakaapitanssi on 5,5 nF/km,vaihe ja maakaapelin maakaapitanssi 300 nF/km,vaihe. Verkon pääjännite on 21 kV. Vikaresistanssi on 0Ω. Maasulku tapahtuu lähdön 1 loppupäässä kuvan 1 mukaisesti.
  - a) Määritä kaikkien lähtöjen summavirrat ja määrittele niiden suunnat. (2p)
  - b) Jakelumuuntamalla maasulkuvirran aiheuttaman maadoitusjännitteen maksimiarvo on 500 V (1s laukaisuaika). Kuinka suuri maadoitusresistanssi tällöin sallitaan 1s laukaisuajalla? (2p)
  - c) Oletetaan, että maadoitusjännitevaatimukset eivät toteudu. Miten verkko voidaan saada maadoitusjännitevaatimukset täyttäväksi? (2p)



Kuva 1.

5. a) Johda jännitteenaleneman likiarvokaava  $U_h \approx \sqrt{3}(I_p R + I_q X)$ . Havainnollista asiaa osoitinpiirroksen avulla sekä kerro yksinkertaistavat oletukset. (2p)
- b) Miten jännitteenalenema lasketaan tarkasti? (2p)
- c) Päteekö likiarvokaava kaikissa tilanteissa (induktiivinen/kapasiivinen kuormitus)? Perustele. (2p)