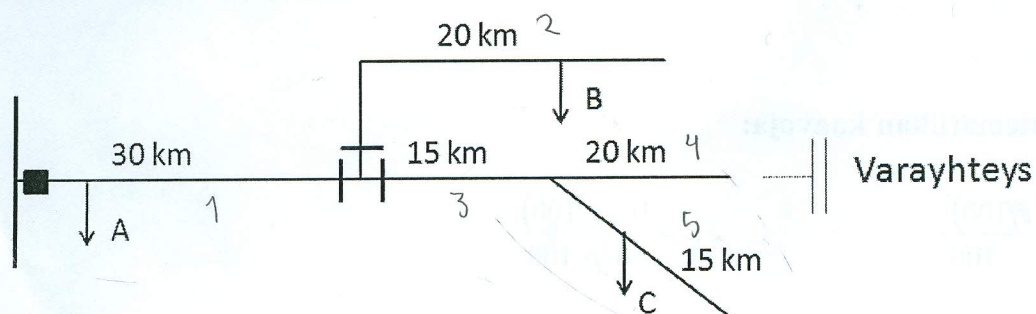




1. a) Toimit verkkoyhtiössä suunnittelupäällikkönä ja tehtävänäsi on perustella investointia uuteen sähköasemaan. Luettele mitä hyötyjä uudesta sähköasemasta voi olla, ja selvitä lyhyesti mihin saavutettava hyöty perustuu. (5p)
  - b) Toimit verkkoyhtiössä käyttöpäällikkönä. Sähkönjakeluverkossa on vika, joka on paikannettu. Luettele ne toimenpiteet, joihin vian korjauksesta vastaa van työryhmän pitää ryhtyä, kun työkohde tehdään jännitteettömäksi, jotta vika voidaan korjata. (5 p)
  - c) Miten lasketaan säteittäisen keskijännitelähdön tehonjako, mm. kuormituspisteiden jännitteet, johto-osissa kulkevat virrat ja verkon kokonaishäviöt. (5p)
2. Kuvassa 1 on esitetty avojohdolla toteutettu keskijännitelähtö, johon ollaan suunnittele-  
massa varayhteyden rakentamista kuvassa osoitettuun kohtaan. Lähdöllä on kolme kuormi-  
tuspistettä A, B ja C sekä yksi erotinasema, jonka erottimet ovat käsin ohjattavia. Laske  
nykyarvomenetelmällä, onko investointi varayhteyteen kannattava, kun tarkastelu-aika on  
10 vuotta ja laskentakorkokanta 6 %. Keskeytyskustannusten arvostus vikakeskeytyksissä  
on 1 €/kW ja 10 €/kWh, kun laskenta suoritetaan keskitehoilla. Varayhteyden rakentamis-  
kustannus on 100 000 €. (6 p)

laskentaparametrit:

- avojohdon vikataajuus: 7 vikaa / 100 km, a
- erottimen kytkentäaika: 1h
- varayhteyden kytkentäaika: 30 min
- vian korjausaika: 2 h
- kuormituspisteiden keskitehot: A=250 kW, B=150 kW, C= 200 kW



Kuva 1.

3. Tarkastellaan kolmivaiheista oikosulkuja sekä yksivaiheista maasulkuja maasta erotetussa keskijänniteverkossa, joka koostuu neljästä johtolähdöstä. Pääjännite 21 kV. Seuraavassa on annettu tehtävän muut alkuarvot:

Lähtö	Johdinlaji	Pituus
1	avojohto	80 km
2	maakaapeli	14 km
3	maakaapeli	21 km
4	maakaapeli	0,5 km

Impedanssit:

- avojohto:  $r = 0,54 \Omega/\text{km}$ ,  $x = 0,38 \Omega/\text{km}$
- maakaapeli:  $r = 0,18 \Omega/\text{km}$ ,  $x = 0,085 \Omega/\text{km}$
- 110 kV verkon ja päämuuntajan yhteenlasketut 20 kV puolelle redusoidut impedanssiarvot:  $X = 2,5 \Omega$  ja  $R = 0,2 \Omega$

Kapasitanssitiedot [maakapasitanssi/vaihe]

avojohto 6,0 nF/km ja maakaapeli 230,0 nF/km

- Lähdöllä 1 sattuu 2-vaiheinen oikosulku 50 km päässä sähköasemalta. Laske vikavirran suuruus. (vikaimpedanssi  $Z_f = 0 \Omega$ ) (3p)
- Kuinka syvä jännitekuoppa (jäännösjännite prosentteina) näkyy pääjännitteissä sähköasemalla 20 kV kiskossa, jos lähdöllä 2 tapahtuu 3-vaiheinen vika 5 km päässä sähköasemalta? (3p)
- Lähdön 1 alussa sattuu yksivaiheinen maasulku. Laske maasulkuvirta ja nollajännite. (Vikaresistanssi  $R_f = 0 \Omega$ ) (3p)

**Talousmatematiikan kaavoja:**

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

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

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

$$a = \frac{p/100}{1 - \left( \frac{1}{1 + p/100} \right)^t}$$

Heikki Kauppinen  
etu. saku etu