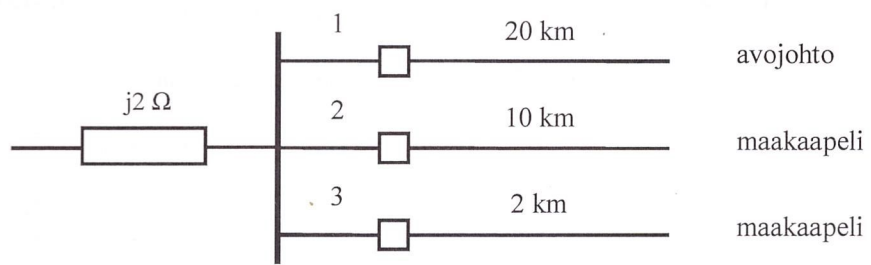


- 1) Selosta perustellen
 - a) Miten 400 kV ja 20 kV verkon maadoituskäytännöt Suomessa eroavat toisistaan?
 - b) Miksi vikalaskennassa tahtikoneelle käytetään alku-, muutos- ja pysyvän tilan reaktansseja?
 - c) Mitä tarkoittaa päällystetty avojohto eli ns. PAS-johdin?
- 2) Jännite 20 kV johdon alussa on 21 kV ja kuormituksen $\cos\phi = 0,85$. Paljonko voidaan siirtää tehoa 10 km päähän, jos sallitaan 4 % jännitteenalenema.
 - a) Johtona on Raven, jonka $R = 0,54 \Omega/\text{km}$ ja $X = 0,38 \Omega/\text{km}$
 - b) Kuorman pätöteho on a-kohdan mukainen ja kuorman tehokerroin pystytään kompensoimalla nostamaan arvoon $0,98_{\text{ind}}$. Oletetaan loppupään jännitteen olevan a-kohdan mukainen eli 20,16 kV. Kuinka suuri on nyt jännitteenalenema prosentteina?
- 3) Tarkastellaan 110/21 kV muuntajaa, jonka kytkentäryhmä on Dyn11. Muuntajan näennäistehto on 50 MVA, tyhjäkäyntihäviöt 27 kW, kuormitushäviöt 175 kW ja oikosulkuimpedanssi 12 %.
 - a) Mitä muuntajan kytkentäryhmä Dyn11 tarkoittaa tässä tapauksessa?
 - b) Jos tyhjäkäynnissä alajännitepuolen vaiheen c vaihejännite on $\underline{V}_c = 12,12 \angle 80^\circ \text{ kV}$, niin laske yläjännitepuolen a-vaiheen vaihejännite?
 - c) Laske muuntajan kuormitushäviöt, jos muuntajan kuorma on 40 MVA.
- 4) Tarkastellaan 20 kV, 110 kV ja 400 kV avojohtoja. Rajoitetaan tarkastelu koskemaan ainoastaan tehonjakoa.
 - a) Selosta minkälaista 1-vaiheista mallia käyttäisit kullekin johdolle? Huomaa, että johtopituudellakin on jokin merkitys.
 - b) Yritä omin sanoin kertoa miksi johdon sähköinen suure on jollakin jännitetasolla merkittävä ja toisella jännitetasolla sitä ei tarvitse ottaa huomioon.
- 5) Tarkastellaan kuvan 1 mukaista kolmen keskijännitelähdön muodostamaa verkkoa. Verkkoa syöttävän sähköaseman kiskon pääjännite on 21 kV. Päämuuntajan ja ulkoisen 110 kV verkon yhteenlaskettu 20 kV puolelle redusoitu reaktanssi on 2Ω .

Johtotyyppi	Pituus km	$r \Omega/\text{km}$	$x \Omega/\text{km}$	Maakapasitanssi/nF/km
avojohto	20	0,22	0,35	6
maakaapeli	10	0,18	0,085	320
maakaapeli	2	0,18	0,085	320

- a) Laske 3-vaiheisen oikosulkuvirran suuruus, jos vika sattuu lähdön 2 lopussa
- b) Lähdön 3 alussa sattuu 1-vaiheinen maasulku (vikaresistanssi $R_f = 0 \Omega$). Laske maasulkuvirran ja tähtipistejännitteen suuruus.



Kuva 1.