

DEE-24000 Sähköverkköjen mallintaminen ja analyysi
Tampereen yliopisto

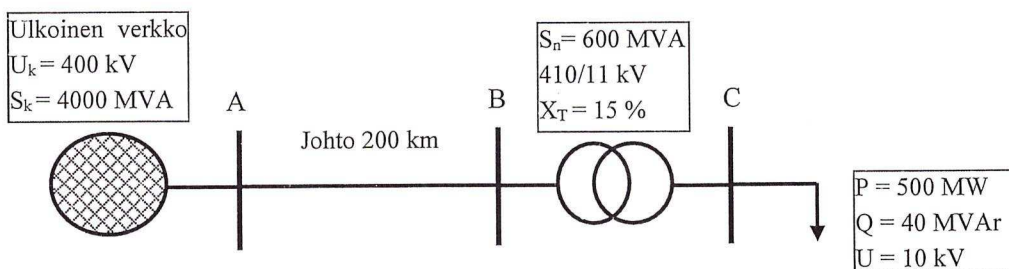
J. Bastman
Tentti 27.2.2020

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Opiskelija saa viedä paperin.
Jokainen tehtävä on 6 p. arvoinen, paitsi tehtävä neljä 8 p.

- 1) Vastaa seuraaviin kysymyksiin
 - a) Miten siirtoverkon tehonjaonlaskennassa tyypillisesti mallinnetaan kuormitukset?
 - b) Mitä ovat tehonjakolaskennan solmupistetyypit ja mitkä ovat niiden ominaisuudet?
 - c) Miksi silmukoidun siirtoverkon vikalaskennassa tarvitaan symmetrisiä komponentteja?
 - d) Miksi tähtipisteen mahdollinen maadoitusimpedanssi pitää huomioida nollassa verkossa kolminkertaisena?

- 2) 350 km pitkän 400 kV johdon sähköiset arvot ovat: $r = 0,017 \Omega/\text{km}$, $x = 0,29 \Omega/\text{km}$ ja $b = 4,04 \mu\text{S}/\text{km}$. Johdon alkupään jännite on 400 kV. Pitkän johdon yhtälöitä ei käytetä.
 - a) Laske johdon aaltoimpedanssin ja etenemiskertoimen arvo
 - b) Laske johdon luonnollinen teho
 - c) Laske johdon loppupään jännite tyhjäkäynnissä
 - d) Miksi loppupään jännite on c-kohdassa suurempi kuin alkupään?

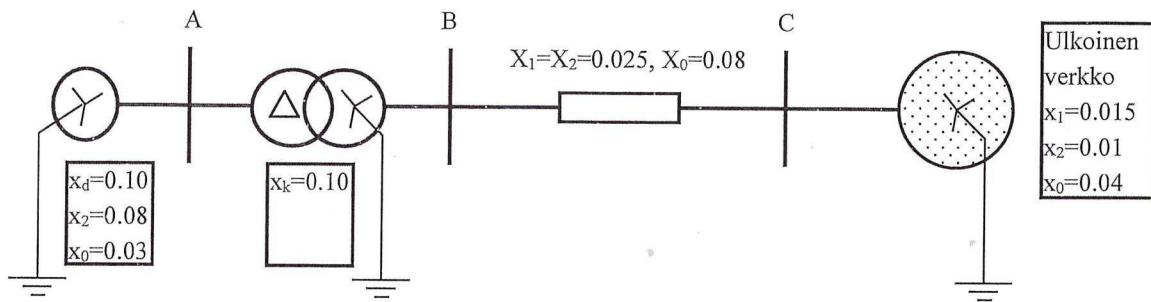
- 3) Muodosta kuvan 1 verkolle suhteellisarvot käyttäen perustehona arvoa $S_b = 100 \text{ MVA}$ ja perusjännitteenä pisteessä A arvoa $U_{bA} = 400 \text{ kV}$. Johdon impedanssi kilometriä kohden on $(0,0256 + j0,32) \Omega/\text{km}$ ja admittanssi $j3,57 \mu\text{S}/\text{km}$. Käytä johdolle π -sijaiskytkentää.
 - a) Laske suhteellisarvoilla pisteen A jännite, kun pisteen C jännite on vakio 10 kV.
 - b) Laske ulkoisesta verkosta syötetyn pätö- ja loistehon suuruus.



Kuva 1.

- 4) Silmukoidun verkon jatkuvan tilan tarkasteluissa hyödynnetään matriiseja.
 - a) Selosta mihin käytetään admittanssi- ja impedanssimatriiseja?
 - b) Mitkä ovat matriisien ominaisuudet?
 - c) Miten ne saadaan muodostettua?
 - d) Bonuskysymys (2 p). Selitä omin sanoin, miten saat Jacobin matriisin alkiot laskettua (kaavoja ei tarvitse osata), kun käytetään Newton-Raphson menetelmää?

- 5) Tarkastellaan kuvan 2 mukaista verkkoa. Lähtötiedot (kaikki reaktansseja) on ilmoitettu valmiiksi suhteellisarvoina. Ulkoinen verkko on maadoitettu. Perusteho on 100 MVA ja perusjännite pisteissä B ja C on 400 kV. Jännite ennen vikoja on 1,02 pu ja vikaimpedanssi on 0,0 pu. Ilmoita myös vikavirtojen todelliset arvot kiloampeereina.
- Laske 3-vaiheisen oikosulun vikavirta pisteessä B
 - Laske 2-vaiheisen oikosulun vikavirta pisteessä B
 - Laske 1-vaiheisen maasulkuvirran suuruus pisteessä B



Kuva 2.