

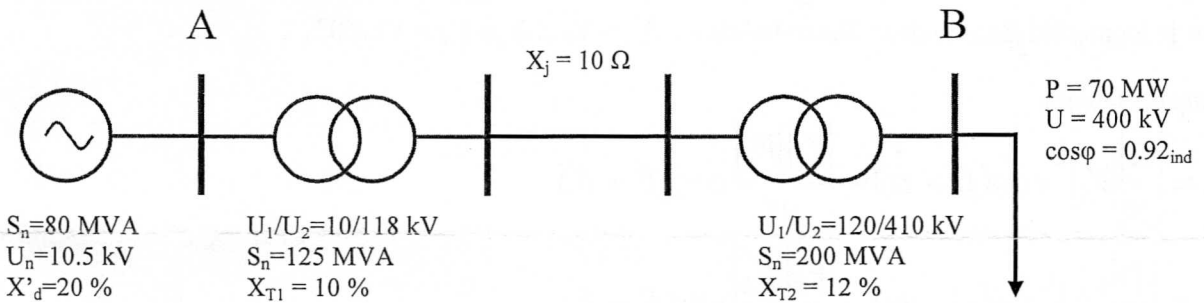
1. Vastaa perustellen seuraaviin kysymyksiin

- Mitä tarkoittaa johdon vuorottelu?
- Mihin tehonjaon laskentaa tarvitaan?
- Selosta mitkä ovat tehonjaon laskennan solmupistetyypit ja niiden ominaisuudet?

2. Kolmivaiheisen 750 kV 4-Finch johdon parametrit ovat: $r = 0.013 \Omega/\text{km}$, $x = 0.28 \Omega/\text{km}$ ja $b = 4.2 \mu\text{S}/\text{km}$. Johdon pituus on 200 km.

- Laske johdon aaltoimpedanssi
- Laske johdon luonnollinen teho (SIL). Tässä kohtaa voit olettaa, että resistanssi $r = 0$.
- Laske johdon siirtovakio A kun käytetään keskipitkän johdon π -sijaiskytkentää

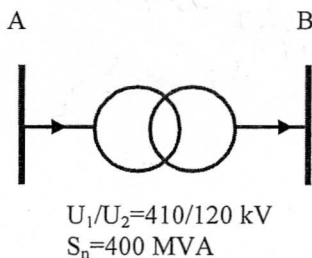
3. Laske kuvan 1 verkolle yksivaiheisen sijaiskytkennän suhteellisarvot käyttäen kolmivaiheisena perustehona arvoa $S_b = 100 \text{ MVA}$ ja perusjännitteenä pisteen B pääjännitettä $U_b = 400 \text{ kV}$. Määritä tämän jälkeen kuorman ottama virta ja pisteen A jännite, kun pisteen B pääjännite on 400 kV. Käytä laskelmissa suhteellisarvoja.



Kuva 1.

4. Kuvan 2 mukaisen kiskojen A ja B välisen muuntajan ensiöpuolella kulkee 3-vaiheinen teho $P_1 + jQ_1 = (350 + j80) \text{ MVA}$ ja toisiopuolella $P_2 + jQ_2 = (350 + j30) \text{ MVA}$.

- Laske muuntajan suhteellinen reaktanssi ja toisiojännite. Ensiön pääjännite on 420 kV.
- Kuinka suuri pätöteho voi siirtyä muuntajan läpi kun kulma-ero ensiö- ja toisiojännitteiden välillä voi olla maksimissaan 20° . Voit olettaa jännitteiden itseisarvojen pysyvän a) kohdan mukaisissa arvoissa.



Kuva 2.

Keskipitkän johdon π -sijaiskytkennän siirtovakiot

$$\begin{bmatrix} \underline{V}_S \\ \underline{I}_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{A} & \underline{B} \\ \underline{C} & \underline{D} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{I}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{\underline{ZY}}{2} & \underline{Z} \\ \underline{Y} \left(1 + \frac{\underline{ZY}}{4} \right) & 1 + \frac{\underline{ZY}}{2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{I}_R \end{bmatrix}$$

Pitkän johdon siirtovakiot. \underline{Z}_C = aaltoimpedanssi, $\underline{\gamma}$ = etenemiskerroin ja l = etäisyys johdon lopusta.

$$\begin{bmatrix} \underline{V}_S \\ \underline{I}_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{A} & \underline{B} \\ \underline{C} & \underline{D} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{I}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\underline{\gamma} \cdot l) & \underline{Z}_C \cdot \sinh(\underline{\gamma} \cdot l) \\ \frac{\sinh(\underline{\gamma} \cdot l)}{\underline{Z}_C} & \cosh(\underline{\gamma} \cdot l) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{V}_R \\ \underline{I}_R \end{bmatrix}$$

Tehonsiirron yhtälöt siirtovakioiden $\underline{A} = A \angle \alpha$, $\underline{B} = B \angle \beta$ ja $\underline{D} = D \angle \alpha$ avulla ilmaistuna. Kulma δ on alku- ja loppupään jännitteiden välinen kulma s.e. $\underline{V}_S = V_S \angle \delta$ ja $\underline{V}_R = V_R \angle 0^\circ$.

Alkupään tehoille

$$P_S = \frac{|D|}{|B|} |V_S|^2 \cos(\beta - \alpha) - \frac{|V_S| |V_R|}{|B|} \cos(\beta + \delta)$$

$$Q_S = \frac{|D|}{|B|} |V_S|^2 \sin(\beta - \alpha) - \frac{|V_S| |V_R|}{|B|} \sin(\beta + \delta)$$

Loppupään tehoille

$$P_R = \frac{|V_S| |V_R|}{|B|} \cos(\beta - \delta) - \frac{|A|}{|B|} |V_R|^2 \cos(\beta - \alpha)$$

$$Q_R = \frac{|V_S| |V_R|}{|B|} \sin(\beta - \delta) - \frac{|A|}{|B|} |V_R|^2 \sin(\beta - \alpha)$$

Tarkan π -sijaiskytkennän korjatut \underline{Z}' ja $\underline{Y}'/2$ ovat:

$$\underline{Z}' = \underline{Z} \cdot \frac{\sinh(\underline{\gamma} \cdot l)}{\underline{\gamma} \cdot l} \quad \text{ja} \quad \frac{\underline{Y}'}{2} = \frac{\underline{Y}}{2} \cdot \frac{\tanh(\underline{\gamma} \cdot l / 2)}{\underline{\gamma} \cdot l / 2}$$

0,9784867
0,155152