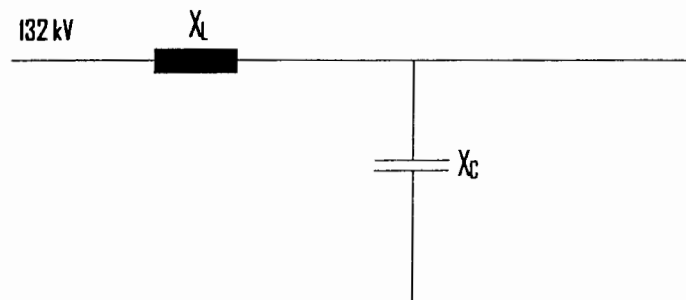


1. Valitse oikea vaihtoehto (oikeasta +1 pistettä, väärästä -1 p, tyhjästä 0 p) (0 - 6 p.):
- Suomessa sähköverkoissa käytettävät vaihejännitteet ovat tyypillisesti noin 231 kV, 127 kV, 63.5 kV, 11.5 kV tai 230 V (oikein/väärin).
 - Koko pohjoismaiden sähkön tuotannosta hieman yli puolet perustuu vesivoimaan (oikein/väärin).
 - Sähkönverkon kuormituksessa tapahtuva merkittävä loistehon muutos vaikuttaa sähkönsiirtoverkon taajuuteen (oikein/väärin).
 - Erotinta (isolator) käytetään sähköasemilla vikavirtasuojana katkaisemaan verkossa kulkeva oikosulkuvirta (oikein/väärin).
 - Kosketusjännitesuojauksella tarkoitetaan suojausta jännitteiseksi tulevan jännitteelle alttiin osan koskettamiselta, kun laitteessa on eristysvika. Tärkeä osa kosketusjännitesuojausta on potentiaalintaus (oikein/väärin).
 - Verkkoliiketoimintaan liittyvä pistetariffi (=sähkön siirrosta perittävä maksu yhden sähköyhtiön alueella) riippuu sähkön käyttöpaikasta (oikein/väärin).

2. Selosta lyhyesti

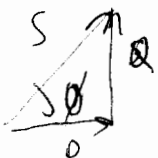
- Polttokennon toimintaperiaate? (2p)
- Miten muuntajan jännitteensäätö on toteutettu sähköverkon eri jännitetasoilla käytettävissä muuntajissa. (2p) *Muuntosuhteella käytetään määrittä, $V_{pieni} = U_{suuri}$ kääntösuhteella, pienin virtaolosuhteiden kautta, tai vaihtokäytökäytännöllä, suurissa kääntösuhteilla*
- Mitkä tekijät pitää huomioida mitoittaessa sähköverkon yksittäistä johtoa? (2p) *Terminen kestoisuus ei yllä, oikosulkukestoisuus, mekaanisesti kestoisuus, häviöt eivät liian isoiksi*

3. a) 132 kV:n siirtojohtojen jokainen vaihe voidaan kuvata alla olevan kuvan 1 mukaisesti pitkittäisellä induktiivisella reaktanssilla X_L ja poikittaisella kapasitiivisella reaktanssilla X_C . Kuvassa $X_L = 0.45 \Omega$ ja $X_C = 325 \text{ k}\Omega$. Millä vaihevirralla kuvan johto käy luonnollisella tehollaan (~johto ei tuota eikä kuluta loistehoa)? (3p)



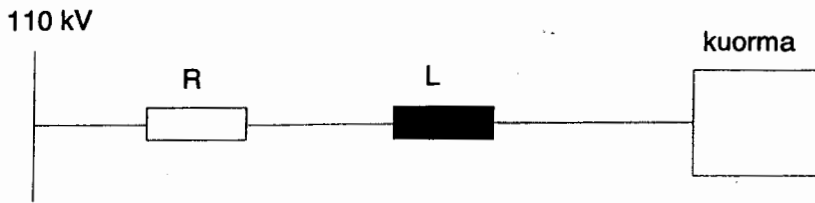
Kuva 1

johto kuluttaa loistehoa $I^2 X_L$
Johto tuottaa loistehoa V^2/X_C



$$\Rightarrow Q_{\text{reabsorbed}} = Q_{\text{produced}} \Leftrightarrow \frac{I^2}{X_L} = \frac{V^2}{X_C} \Leftrightarrow I = V \sqrt{\frac{X_L}{X_C}}$$

b) 110 kV:n siirtojohdon taajuus on 50 Hz. Johdon pituus on 15 km ja sen loppupäähän on liitetty 75 MVA:n kuormitus. Johdon yksivaiheinen sijaiskytkentä sisältää alla olevan kuvan 2 mukaisesti resistanssia $0.14 \Omega/\text{km}$ ja induktanssia $1.25 \text{ mH}/\text{km}$. (3p)

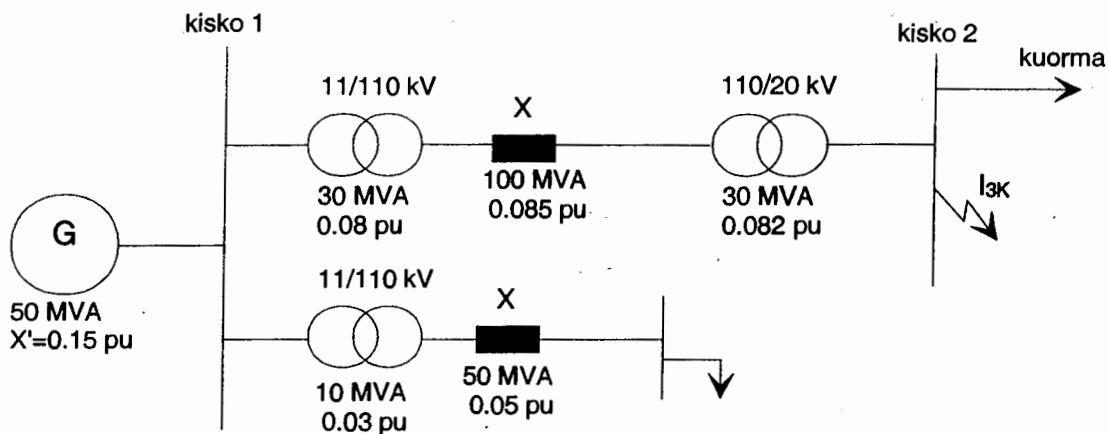


Kuva 2

Laske jännitteen alenema kun

- tehokerroin on 0.85 induktiivisella puolella.
- tehokerroin on 0.9 kapasitiivisella puolella.

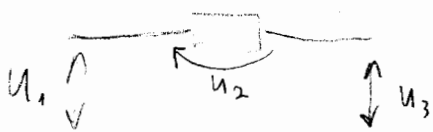
4. a) Alla olevan kuvan 3 mukaisessa generaattorin syöttämässä verkossa tapahtuu kolmevaiheinen symmetrinen oikosulku kiskossa 2 salaman osoittamassa paikassa. Laske oikosulkuvirta ja oikosulkuteho. (4p)



Kuva 3

b) Miten 20 kV:n sähköjako-verkko suojataan ukkosien aiheuttamilta ylijännitteiltä.

(2p)



23 kV

$$P = \sqrt{3} I_L V_L \Rightarrow I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V_L} \quad V_L = \sqrt{3} V_p \Rightarrow V_p = 23021$$

$$U_3 = 0,9 U_1, \quad U_2 = 0,1 U_1 \quad 0,1 \cdot V_p = 23 \text{ kV}$$

$$U_2 = R \cdot I_L$$

$$R = \frac{U_2}{I_L} = \frac{23 \text{ kV}}{1,45 \text{ A}} = 3,625 \cdot 10^5 \Omega$$

$$U = R I \Rightarrow R = U / I = 27 \text{ } 586,2 \Omega$$

$$0,5285 \Omega/\text{km} \cdot x \text{ km} = \uparrow$$

372 163 006 4