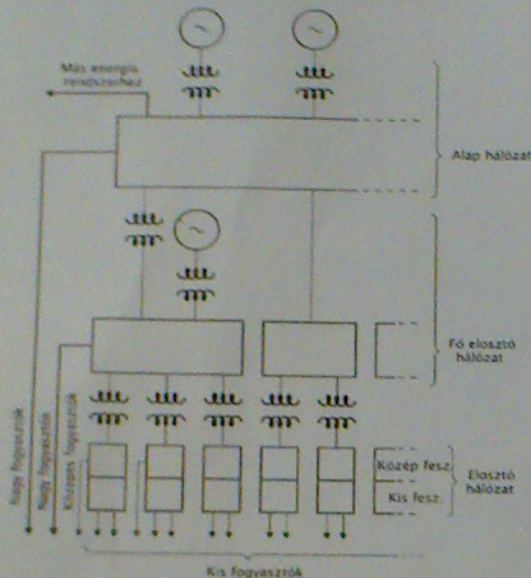


... Ismertesse a villamosenergia-hálózat

- Feladatkörök szerinti felosztását;
- A jellegzetes feszültség szinteket és az azokhoz tartozó teljesítmények nagyságrendjét.
- Az egyes feszültség szinteken alkalmazott csillagpont-földelési módokat

Megoldás:

a) Feladatkörök szerinti felosztás:



Megjegyzés: ábra nélkül is elfogadható a válasz

- Szállító hálózat (Régi terminológia szerint alap hálózat)

- Főelosztó hálózat

- Elosztó hálózat (Fogyasztói hálózat)

3 pont

b) Jellegzetes feszültség szintek és az azokhoz tartozó teljesítmények nagyságrendje:

- Nagyfeszültség $S > 100$ MW, ha $U_n \geq 400$ kV akkor $S > 1000$ MW
- Középfeszültség: 10 MW nagyságrend (Határok: 5 - 60 MW)
- Kisfeszültség: 10 - 100 kW (maximum 1600 kW).

3 pont

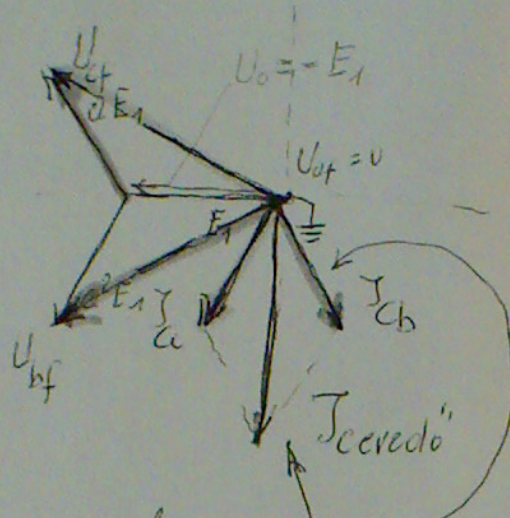
c) Az egyes feszültség szinteken alkalmazott csillagpont-földelési módok:

- Nagyfeszültség ($U_n \geq 120$ kV) közvetlenül és hatásosan földelt csp.;
- Középfeszültség:
 - szabadvezetékes hálózat (20 kV) kompenzált csp.
 - kábelhálózat (10 kV) nagy ellenálláson ($\geq 25 \Omega$) földelt csp.
- Kisfeszültség: közvetlenül (nullavezető sok ponton) földelt, (TN rendszer).

4 pont

6. Szigetelt csillagpontú hálózat "a" fázisú földzárátának esetére adja meg:
- A fázisfeszültségek és a kapacitív földzárlati áram fazorábráját.
 - A hibahelyi áram és a C_0 fázis-föld kapacitás közötti kapcsolatot.
 - Milyen veszéllyel jár a szigetelt csillagpont? és előny

a)



4p

b) $X_{c0} = \frac{1}{\omega C_0}$

$$|I_{cb}| = |I_{cc}| = \frac{|U_0|}{X_{c0}} = \sqrt{3} \frac{|U_{fl}|}{X_{c0}}$$

Vl. 94

Zérus sorrendű

$$I_{cer} = 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} |I_{cb}| = \sqrt{3} \frac{|U_0|}{X_{c0}} = 3 \frac{|U_{fl}|}{X_{c0}}$$

$U_0 = -U_{afl} =$ hálózat alapján

$$|U_0| = |E_1| = |U_f|$$

$$|I_{cc}| = \frac{|U_0|}{X_{c0}}$$

$$3 I_{cc} = 3 \frac{|U_0|}{X_{c0}} = 3 \frac{|U_{fl}|}{X_{c0}}$$

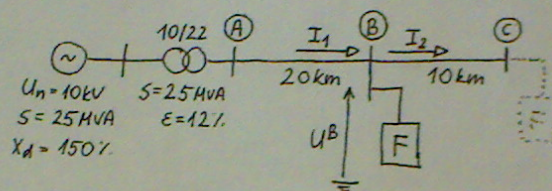
4p

c) "Ivelő" földzárát miatti túlfeszültség veszély

Előny: kis zárlati áram

változatlan vonali feszültségek 2p

2. Az alábbi 20 kV-os névleges vonali feszültségű, háromfázisú hálózat B gyűjtősínén a fázisfeszültség mért értéke mindhárom fázisban 12.5 kV (szimmetrikus átviteli hálózat, szimmetrikus fogyasztó). Az I_1 és I_2 vezetékáramot 100/5 A áttételű áramváltó közbeiktatásával mérjük, a mért fázisáram- és $\cos\varphi$ értékek: $I_1=4.5$ A, $\cos\varphi=0.8$ (induktív), $I_2=3.7$ A, $\cos\varphi=0.82$ (induktív), az áramváltó szöghibájától eltekinthetünk.



Adja meg a mérés alapján a B gyűjtősínhez csatlakozó:

- F fogyasztó háromfázisú hatásos teljesítményét és teljesítménytényezőjét ($\cos\varphi$),
- az A-B és a B-C vezetéken fellépő háromfázisú wattos veszteséget, ha a 20 kV-os vezetéksodrony hosszegységre eső impedanciája: $Z_v = 0.29 + j 0.38$ ohm/km. (10 pont)

$$U_B^d = 12.5 \text{ kV}$$

$$I_F = I_1 - I_2 = [(3.6 - j2.7) - (3.034 - j2.118)] \cdot 100/5 = \frac{11.32 - j11.64}{2p} \text{ A}$$

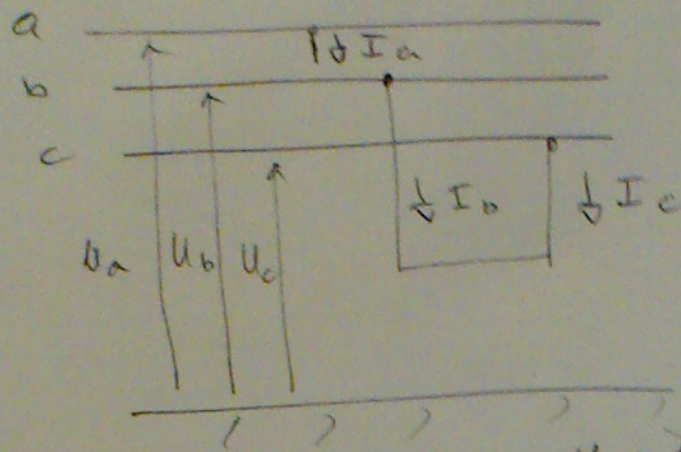
$$S_F = 3 \cdot 12.5 \text{ kV} \cdot (11.32 + j11.64) = \frac{424.5 + j437}{2p} \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi_F = 0.697 \quad 2p$$

$$P_v^{A-B} = 3 \cdot (4.5 \cdot 20)^2 \cdot 0.29 \cdot 20 = 140.94 \text{ kW} \quad 2p$$

$$P_v^{B-C} = 3 \cdot (3.7 \cdot 20)^2 \cdot 0.29 \cdot 10 = 47.641 \text{ kW} \quad 2p$$

Számítsa le a szimmetrikus összetevők módszerének felhasználásával a kétfázisú zárlat számítására szolgáló modellt (a sorrendi hálózatok kapcsolódását).



$$U_b = U_c \rightarrow U_a + a^2 U_1 + a U_2 = U_a + a U_1 + a^2 U_2$$

$$U_1 (a^2 - a) = U_2 (a^2 - a)$$

$$\boxed{U_1 = U_2}$$

$$I_b + I_c = 0 \quad 2 I_0 + I_1 \underbrace{(a^2 + a)}_{-1} + I_2 \underbrace{(a^2 + a)}_{-1} = 0$$

$$2 I_0 = I_1 + I_2$$

$$I_a = 0$$

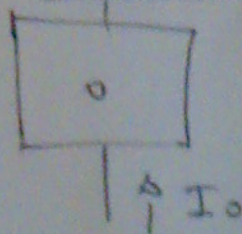
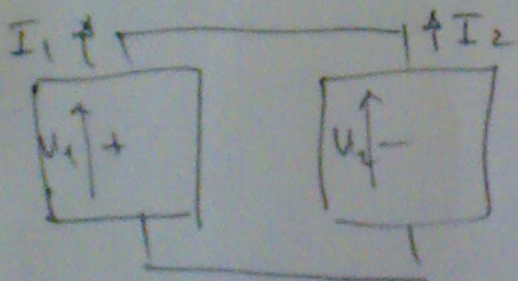
$$I_0 + I_1 + I_2 = 0$$

$$I_0 + 2 I_0 = 0$$

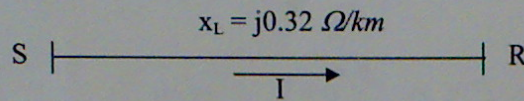
$$\boxed{I_0 = 0}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\boxed{I_1 = -I_2}$$



6. Adott az alábbi háromfázisú távvezeték végpontjain a **vonali feszültség** komplex effektív értéke. A távvezeték hossza 110 km. Számítsa ki az S és az R végpontokon a **háromfázisú** hatásos és meddő teljesítmény nagyságát és értelmezze ezek előjelét! Rajzoljon fazorábrát az U_S , U_R és I feltüntetésével! (10 pont)



$$U_S = 410 \text{ kV}$$

$$U_R = 400 + j40 \text{ kV}$$

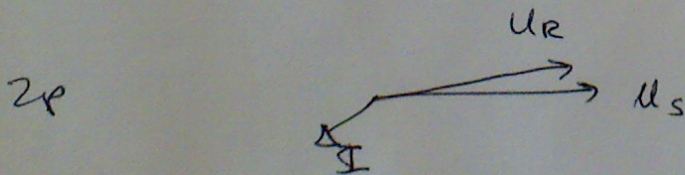
$$I = \frac{U_S - U_R}{jX_L} = \frac{410 - 400 - j40}{\sqrt{3} \cdot j0.32 \cdot 110} = \frac{-1.136 - j0.284}{\sqrt{3}} \text{ kA} = -656 - j164 \text{ A}$$

$$3P \quad S_S = U_S \cdot \sqrt{3} \cdot I_S^* = -465.9 + j116.5 \text{ MVA}$$

$$3P \quad S_R = U_R \sqrt{3} I_R^* = -465.9 + j68.2 \text{ MVA}$$

$$P: \quad \leftarrow 465.9 \text{ MW} \quad \leftarrow 465.9 \text{ MW}$$

$$2P \quad \begin{array}{c} S \text{ --- } R \\ Q: \quad \rightarrow 116.5 \text{ Mvar} \quad \rightarrow 68.2 \text{ Mvar} \end{array}$$



$$\text{vagy} \quad P_S = P_R = \frac{|U_S| \cdot |U_R|}{X} \sin \delta$$

$$\delta = \arctan \frac{40}{400} = 5.71^\circ$$

$$Q_S = \frac{|U_S| (|U_S| - |U_R| \cos \delta)}{X}$$

$$Q_R = \frac{|U_R| (|U_S| \cos \delta - |U_R|)}{X}$$

5. Adja meg egy vezető-föld hurokra nagyfrekvenciájú váltakozó áram esetén:

a) A Carson-Clem helyettesítés szerinti visszavezető cső paramétereinek

$$(R_f = 0.00099f, D_f = 659 \sqrt{\frac{\rho}{f}}) \text{ értelmzését és értékét,}$$

ha a frekvencia 5 kHz, a föld fajlagos ellenállása ezen a frekvencián $\rho = 100 \Omega m$.

b) A vezető-földvisszavezetés hurok-impedancia értékét, ha a vezető ellenállása ezen a frekvencián $1 \Omega/km$, a vezető redukált sugara (r^*) pedig 1.25 cm.

(10 pont)

a₁

$$R_f = 0,00099 \cdot 5000 = 4,95 \Omega/km \quad \text{cső ellenállása (2)}$$

$$D_f = 659 \cdot \sqrt{\frac{100}{5000}} = 93,19 \text{ m} \quad \text{cső átmérője/2 = sugara (2)}$$

b₁

$$Z_h = R_v + R_f + j\omega 0,2 \cdot 10^{-3} \ln \frac{D_f}{r^*} = 1 + 4,95 + j 2\pi \cdot 5000 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \ln \frac{93,19}{1,25 \cdot 10^{-2}}$$

$$Z_h = 5,95 + j 56,02 \Omega/km = 56,34 \angle 84^\circ$$

8,92

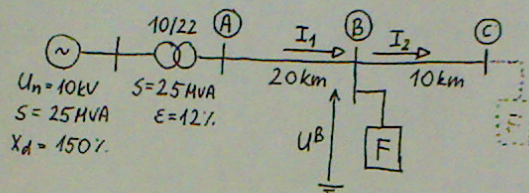
Méretegység hiánya (-1) (3)

6. Adott az alábbi háromfázisú távvezeték végpontjain a **vonali feszültség** komplex effektív értéke. A távvezeték hossza 110 km. Számítsa ki az S és az R végpontokon a **háromfázisú** hatásos és meddő teljesítmény nagyságát és értelmezze ezek előjelét! Rajzoljon fázorábrát az U_S , U_R és I feltüntetésével!

(10 pont)

$$x_l = i0.32 \Omega/km$$

2. Az alábbi 20 kV-os névleges vonali feszültségű, háromfázisú hálózat B gyűjtősinén a fázisfeszültség effektív értéke mindhárom fázisban 12,5 kV (szimmetrikus átviteli hálózat, szimmetrikus fogyasztó). Az I_1 és I_2 vezetékáramot 100/5 A áttételű áramváltó közbeiktatásával mérjük. A mért fázisáram- és $\cos\varphi$ értékek: $I_1=4.5$ A, $\cos\varphi=0.8$ (induktív), $I_2=3.7$ A, $\cos\varphi=0.82$ (induktív), az áramváltó szöghibájától eltekintünk.



Adja meg a mérés alapján a B gyűjtősinhez csatlakozó:

- F fogyasztó háromfázisú hatásos teljesítményét és teljesítménytényezőjét ($\cos\varphi$),
- az A-B és a B-C vezetéken fellépő háromfázisú wattos veszteséget, ha a 20 kV-os vezetéksodrony hosszegységre eső impedanciája: $Z_v = 0.29 + j 0.38 \Omega/km$ (10 pont)

$$U_{Bf} = 12,5 \text{ kV}$$

$$I_F = I_1 - I_2 = \left[(3,6 - j2,7) - (3,034 - j2,118) \right] \cdot \frac{100}{5} = 11,32 - j11,64 \text{ A}$$

$$S_F = 3 \cdot U_{Bf} \cdot I_F^* = 3 \cdot 12,5 \cdot (11,32 + j11,64) = \underline{424,5 + j437} \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = 0,697$$

$$P_v^{A-B} = 3 \cdot \left(4,5 \cdot \frac{100}{5} \right)^2 \cdot 0,29 \cdot 20 = 140,94 \text{ kW}$$

$$P_v^{B-C} = 3 \cdot \left(3,7 \cdot \frac{100}{5} \right)^2 \cdot 0,29 \cdot 10 = 47,641 \text{ kW}$$

3. Egy szigetelt csillagpontú hálózat "a" fázisú földzárlatának esetére adja meg:

- A feszültség és a kapacitív földzárlati áram fázorábráját

4. Származtasd a szolgálati módot