

5. feladat

(8 pont)

Egy háromfázisú, 275 kV névleges vonali feszültségű, 60 Hz-es névleges frekvenciájú veszteségmentesnek tekinthető Japán távvezeték paraméterei az alábbiak:

- soros reaktancia: $x_L = 0.65 \Omega/\text{mér föld}$,
- sönt (kapacitív) reaktancia: $x_C = 0.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{mér föld}$,
- vezeték hossz: $l = 100 \text{ mér föld}$.

Számítsa ki

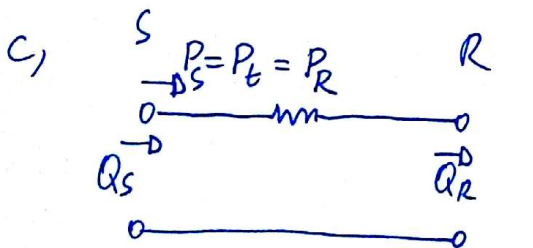
- a vezeték hullámellenállását,
- a vezeték természetes teljesítményét!
- Milyen kapcsolat van a természetes teljesítmény átvitelekor az átvitt hatásos és meddő teljesítmények között?

a)

$$R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{x_L' x_C'} = \sqrt{0,65 \Omega \cdot 0,2 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{mér föld}} = \underline{\underline{360,56 \Omega}} \quad [2p]$$

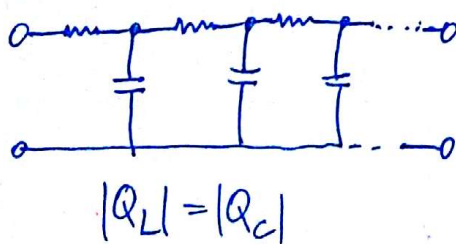
b)

$$P_t = \frac{U_n^2}{R_0} = \frac{(275 \text{ kV})^2}{360,56 \Omega} = \underline{\underline{209,74 \text{ MW}}} \quad [2p]$$



Ha $P_S = P_R = P_t$, akkor

$Q_S = Q_R$, mivel a távvezeték elosztott paraméterű modelljében a földkapacitáskorona túlsúlyos meddő energiát fedez le a soros induktív energiával szemben. Így a távvezeték elosztott meddő energiája elhanyagolhatóan kicsi.



[4p]

4. feladat

(10 pont)

Egy ipari parkban létesülő laboratórium névleges áramfelvétele 170 A fázisonként, a maximális terhelés ennek kétszerese. A teljesítménytényező 0,92. A laboratórium háromfázisú energiaellátása kiefeszültségen történik az alagsorban elhelyezett 10/0,4 kV-os transzformátorról. Az alagsor és a laboratórium elosztó szekrénye közötti távolság 35 méter. A maximálisan megengedett feszültségesés:

$$\Delta U_m\% = 3\% \cdot \rho_{réz} = 0,0175 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

- a) A $\Delta U_m\%$ alapján határozza meg annak az 5 erű (3 fázis + nulla + PE) rézkábelnek a keresztmetszetét, amely a transzformátor és az elosztó szekrény közé kerül beépítésre „A” terhelési csoportnak megfelelő körülmények közé. Választását ellenőrizze áramterhelhetőségre!
- b) Adja meg a kiválasztott (beépítendő) kábelben névleges terheléskor fellépő háromfázisú teljesítményvesztéséget!
- c) Mekkora a laboratórium névleges háromfázisú hatásos- és meddőteljesítmény felvétele?

A vezető keresztmetszete [mm ²]	Megengedett terhelés [A]		
	Terhelési csoportok		
	A	B	C
1,5	16	20	25
2,5	21	27	34
4	27	36	45
6	35	47	57
10	48	65	78
16	63	87	104
25	83	115	137
35	110	143	168
50	140	178	210
70	175	220	260
95	215	265	310
120	255	310	365
150	295	355	415
185	340	405	475
240	400	480	560
300	470	555	645

$I_n = 170 \text{ A}$; $I_{max} = 2 \cdot 170 \text{ A} = 340 \text{ A}$

$\cos \phi = 0,92$

$U_n = 400 \text{ V}$ $\Delta U_m\% = 3\%$

$l = 35 \text{ m}$

$\rho = 0,0175 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$

a) $\Delta U_m = \frac{\Delta U_m\%}{100} \cdot \frac{400}{\sqrt{3}} = 6,93 \text{ V}$ 1p

$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$ } $\Delta U_m = I_w \cdot R = I_w \cdot \rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow A_{min} = \frac{I_w \cdot \rho \cdot l}{\Delta U_m} = \frac{170 \cdot 0,92 \cdot 0,0175 \cdot 35}{6,93} = 13,82 \text{ mm}^2$ 1p

$A_{max} \geq A_{min} = 16 \text{ mm}^2$, DE áramterhelhetőségre csak a 185 mm² -s megfelel! 2p

b) $P_V^{3f} = 3 \cdot I_n^2 \cdot R = 3 \cdot 170^2 \cdot 0,0175 \cdot \frac{35 \text{ m}}{185 \text{ mm}^2} = 287,05 \text{ W}$ 2p

c) $P_n^{3f} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{m,w} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV} \cdot 170 \cdot 0,92 = 108,36 \text{ kW}$ 2p

$Q_n^{3f} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{m,m} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV} \cdot 170 \cdot 0,3919 = 46,16 \text{ kvar}$ 2p

3. feladat

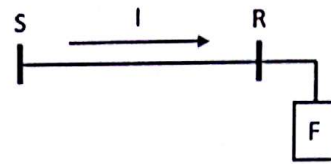
(8 pont)

Adott az alábbi háromfázisú, középfeszültségű hálózat egy végponti fogyasztóval. A végpontok közötti hosszirányú feszültségesés fázisonként $\Delta U_h = 320$ V.

A vezeték és a fogyasztó névleges paraméterei:

$l = 12$ km, $r = 0,35 \frac{\Omega}{\text{km}}$, $x = 0,4 \frac{\Omega}{\text{km}}$

$U_{n,v}^F = 20$ kV, $P_{n,3f}^F = 1,6$ MW



A fogyasztót áramtartónak feltételezve határozza meg

- a) a fogyasztó háromfázisú hatásos és meddőteljesítmény-igényét,
- b) a vezetéken keletkező háromfázisú veszteséget!

$R = l \cdot r = 12 \cdot 0,35 = 4,2 \Omega$
 $jX = l \cdot x = 12 \cdot 0,4 = j4,8 \Omega$ 1p

$\bar{I}_V^F = \frac{P_{n,3f}^F}{\sqrt{3} \cdot U_{n,v}^F} = \frac{1600 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} = 46,188 \text{ A}$ 1p

$\Delta U_a = I_m R + I_m X$

a) $320 \text{ V} = \underbrace{46,188 \text{ A} \cdot 4,2 \Omega}_{193,9896} + |I_m| \cdot 4,8 \Omega \Rightarrow |I_m| = \frac{320 - 46,188 \cdot 4,2}{4,8} = 26,252 \text{ A}$ 1p

193,9896, hogy I_m -nek \ominus előjelűnek kell lennie, csak a fogyasztó inductív!

$S_{n,3f}^F = \sqrt{3} \cdot U_m^F \cdot \bar{I}_F^* = \sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV} \cdot (46,188 + j26,252) = \frac{1600 \text{ kW}}{\downarrow} + j \frac{909,4 \text{ kvar}}{\downarrow}$
1p 1p

b) $P_V^{3f} = 3 I_m^2 \cdot R$
 ha inductív a fogyasztó is

$|\bar{I}| = \sqrt{46,188^2 + 26,252^2} = \sqrt{2822,5} = 53,127 \text{ A}$ 2p

$P_V^{3f} = 3 \cdot 53,127^2 \cdot 4,2 \Omega = \underline{\underline{35,56 \text{ kW}}}$ 1p

3. feladat

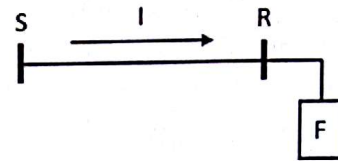
(8 pont)

Adott az alábbi háromfázisú, középfeszültségű hálózat egy végponti fogyasztóval. A végpontok közötti hosszirányú feszültségesés fázisonként $\Delta U_h = 320$ V.

A vezeték és a fogyasztó névleges paraméterei:

$$l = 12 \text{ km}, \quad r = 0,35 \frac{\Omega}{\text{km}}, \quad x = 0,4 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$U_{n,v}^F = 20 \text{ kV}, \quad P_{n,3f}^F = 1,6 \text{ MW}$$



A fogyasztót áramtartónak feltételezve határozza meg

- a fogyasztó háromfázisú hatásos és meddőteljesítmény-igényét,
- a vezetéken keletkező háromfázisú veszteséget!

$$\left. \begin{aligned} R &= l \cdot r = 12 \cdot 0,35 = 4,2 \Omega \\ jX &= l \cdot x = 12 \cdot 0,4 = j4,8 \Omega \end{aligned} \right\} \boxed{1p}$$

$$\bar{I}_V^F = \frac{P_{n,3f}^F}{\sqrt{3} \cdot U_{n,v}^F} = \frac{1600 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} = 46,188 \text{ A} \quad \boxed{1p}$$

$$\Delta U_a = I_{mR} + jI_{mX}$$

$$a) \quad 320 \text{ V} = \underbrace{46,188 \text{ A} \cdot 4,2 \Omega}_{193,9896} + |I_{m}| \cdot 4,8 \Omega \Rightarrow |I_{m}| = \frac{320 - 46,188 \cdot 4,2}{4,8} = 26,252 \text{ A} \quad \boxed{1p}$$

193,9896, hogy I_m -nek \ominus előjelűnek kell lennie, csak a fogyasztó induktív

$$S_n^{3f} = \sqrt{3} \cdot U_n^F \cdot \bar{I}_F^* = \sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV} \cdot (46,188 + j26,252) = \frac{1600 \text{ kW}}{\downarrow} + \frac{j909,4 \text{ kvar}}{\downarrow}$$

$$\begin{array}{cc} P_{n,3f} & Q_{3f} \\ \boxed{1p} & \boxed{1p} \end{array}$$

$$b) \quad P_V^{3f} = 3 I^2 \cdot R$$

ha induktilus a fogyasztó is

$$|\bar{I}| = \sqrt{46,188^2 + 26,252^2} = \sqrt{2822,5} = 53,127 \text{ A} \quad \boxed{2p}$$

$$P_V^{3f} = 3 \cdot 53,127^2 \cdot 4,2 \Omega = \underline{\underline{35,56 \text{ kW}}} \quad \boxed{1p}$$

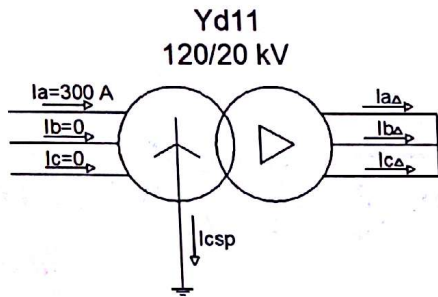
2. feladat

(12 pont)

Egy háromfázisú transzformátoron rövidzárási mérést végzünk a megadott kapcsolás szerint:

- az Y oldali „a” fázis és a föld közé egy egyfázisú áramforrást kapcsolunk,
- a Δ oldalon a három kivezetést összekötjük.

A 120 kV-os oldalon mérjük az áramokat, amelyek a rajzon megadott értékűek. Számítsa ki a delta oldali áramok komplex effektív értékét ($I_{a\Delta}$, $I_{b\Delta}$, $I_{c\Delta}$)! Számítsa ki a transzformátor csillagpontjában mérhető áramot (I_{csp})!



$$\underline{\underline{I_{csp}}} = \underline{\underline{I_a}} + \underline{\underline{I_b}} + \underline{\underline{I_c}} = 300 + 0 + 0 = \underline{\underline{300 A}}$$

3p

$$\begin{bmatrix} I_0^Y \\ I_1^Y \\ I_2^Y \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 300 \\ \emptyset \\ \emptyset \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} I_0^Y = 100 A \\ I_1^Y = 100 A \\ I_2^Y = 100 A \end{matrix}$$

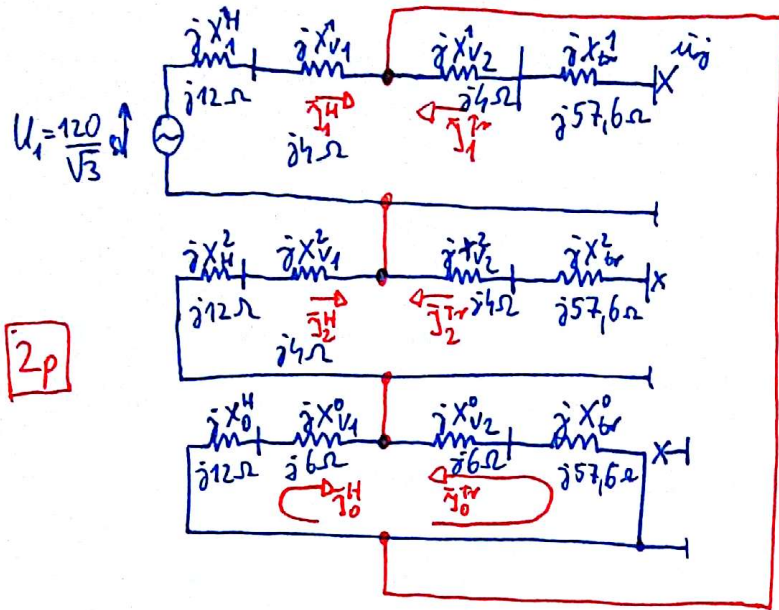
3p

$$\begin{matrix} I_0^\Delta = \emptyset; \text{ a 0 terelés miatt} \\ I_1^\Delta = 100 \cdot \frac{120}{20} \cdot e^{-j330^\circ} = 600 e^{-j330^\circ} A \\ I_2^\Delta = 100 \cdot \frac{120}{20} \cdot e^{j330^\circ} = 600 e^{j330^\circ} A \end{matrix}$$

3p

$$\begin{bmatrix} I_a^\Delta \\ I_b^\Delta \\ I_c^\Delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \emptyset \\ 600 e^{-j330^\circ} \\ 600 e^{j330^\circ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 600(e^{-j330^\circ} + e^{j330^\circ}) = 600 \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{1039 A}} \\ 600(e^{-j330^\circ} \cdot e^{-j120^\circ} + e^{j330^\circ} \cdot e^{j120^\circ}) = \underline{\underline{\emptyset A}} \\ 600(e^{-j330^\circ} \cdot e^{-j90^\circ} + e^{j330^\circ} \cdot e^{j90^\circ}) = 600 \cdot (-\sqrt{3}) = \underline{\underline{-1039 A}} \end{bmatrix}$$

3p



2p

$\downarrow \bar{I}_1 = \bar{I}_2 = \bar{I}_0 = \frac{I_2}{3}$

$U_1 = \frac{120}{\sqrt{3}} \text{ V}$
 $\bar{X}_1^H = \bar{X}_2^H = \bar{X}_0^H = \frac{U_m^2}{S_2} = \frac{120^2 \text{ V}^2}{1200 \text{ MVA}} = j12 \Omega$
 $\bar{X}_1^{V1} = \bar{X}_2^{V1} = j0,4 \cdot 10 = j4 \Omega$
 $\bar{X}_0^{V1} = 1,5 \cdot j4 \Omega = j6 \Omega$
 $\bar{X}_1^{V2} = \bar{X}_2^{V2} = j0,4 \cdot 10 = j4 \Omega$
 $\bar{X}_0^{V2} = 1,5 \cdot j4 \Omega = j6 \Omega$
 $\bar{X}_0^{Tr} = \bar{X}_1^{Tr} = \bar{X}_2^{Tr} = \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_m^2}{S_n} = \frac{10}{100} \cdot \frac{120^2}{25} = j57,6 \Omega$

2p

$\bar{X}_0^{ered} = \frac{j(12+6) \cdot j(57,6+6)}{j(12+6+57,6+6)} = j14,029 \Omega$

$\bar{I}_1^H = \bar{I}_2^H = \bar{I}_0^H + \bar{I}_0^{Tr} = \frac{U_1}{j(X_1^H + X_2^H + X_1^{V1} + X_2^{V1}) + jX_0^{ered}} = \frac{120/\sqrt{3}}{j32 + j14,029} = -j1,5052 \text{ A}$
 $\bar{I}_2 = 3\bar{I}_1 = 3 \cdot (-j1,5052 \text{ A}) = -j4,5156 \text{ A}$

1p

1p

Aramonás:

$\bar{I}_0^H = \bar{I}_1^H \cdot \frac{j(X_0^{V2} + X_0^{Tr})}{j(X_0^{V2} + X_0^{Tr} + X_0^H + X_0^{V1})} = -j1,5052 \text{ A} \cdot \frac{63,6 \Omega}{63,6 + 18} = -j1,1732 \text{ A}$

$\bar{I}_0^{Tr} = \bar{I}_1^H - \bar{I}_0^H = -j1,5052 - (-j1,1732) = -j0,332 \text{ A}$

Fázisábránd a hallgat felől:

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_a^H \\ \bar{I}_b^H \\ \bar{I}_c^H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j1,1732 \\ -j1,5052 \\ -j1,5052 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -j4,1836 \\ j0,332 \\ j0,332 \end{bmatrix} \text{ A}$$

1p

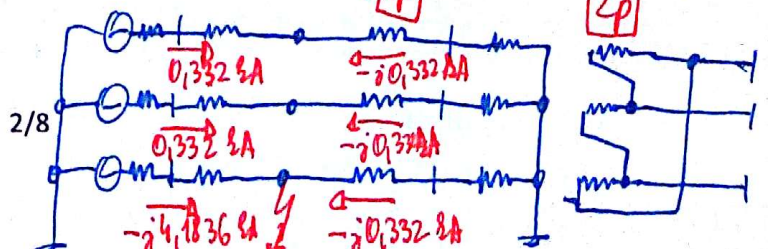
2p

Fázisábránd a tr. felől:

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_a^{Tr} \\ \bar{I}_b^{Tr} \\ \bar{I}_c^{Tr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j0,332 \\ \emptyset \\ \emptyset \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -j0,332 \\ -j0,332 \\ -j0,332 \end{bmatrix} \text{ A}$$

1p

2p



Név: Terem: Ülőhely:

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	
IMSc	

Gyakorlat időpontja, terme, vezetője:

Osztályozás: 0-19: 1; 20-27: 2; 28-34: 3; 35-42: 4; 43-50: 5

Ha bármely feladat eredménye kisebb, mint a feladatra adható összpontszám 40%-a, akkor az a feladat automatikusan 0 pontot ér.

A pótzárthelyin a normál követelményhez tartozó feladatokon túlmenő, további egy feladat (6. feladat) megoldásával szerezhető 15 IMSc pontszám, amennyiben a hallgató enélkül jeles eredményt ért el.

Ha valamely számonkérésen a hallgató szerzett IMSc pontokat, akkor az IMSc pontjainak növelése nem lehetséges e számonkérés újbóli teljesítésével.

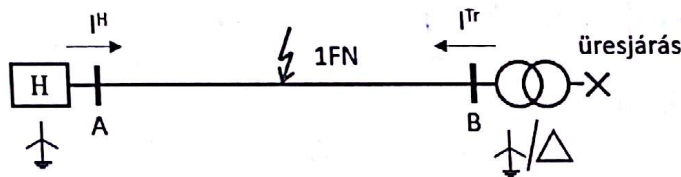
Az IMSc pontok megszerzése a programban nem résztvevő hallgatók számára is biztosított.

1. feladat

12 pont

Hatásosan földelt hálózat egyik speciális jelensége a Bauch-paradoxon, vagyis az a jelenség, hogy egyfázisú földzárlat alatt a fogyasztói, földelt csillagpontú transzformátor is zárlati áramot táplál a hibahely felé (ha helyesen felrajzolja a sorrendi köröket, láthatja a zérus sorrendben). A zárlat a vezeték felénél ($L_z = 10 \text{ km}$) következett be. Számítsa ki

- a hibahelyi zárlati áramot kA-ben,
- a mögöttes hálózattól (A gyűjtősín), illetve a transzformátortól (B gyűjtősín) a hibahely felé folyó fázisáramokat kA-ben!



Mögöttes hálózat
 $U_N = 120 \text{ kV}$
 $S_N^H = 1200 \text{ MVA}$

Távvezeték
 $L_V = 20 \text{ km}$
 $x_{V1} = x_{V2} = 0,4 \Omega/\text{km}$
 $x_{V0} = 1,5 \cdot x_{V1}$

Transzformátor
 $120/20 \text{ kV}$
 $S_N^{TR} = 25 \text{ MVA}$
 $\epsilon = 10 \%$