

2013. június 17.

213B, 413C, 461.1A, 661.2A, 203C, 205.1E, 240.3B, 301.4G, 161.4A, 996A, 481.1A, 487.4A, 480.3B, 280.1B

1.1. Egy 20kV-os szabadvezetéki hálózat csillagpontja 1800Ω Petersen-tekerccsen keresztül van földelve. A szabadvezetékek zérus sorrendű kapacitása $5,2 \frac{nF}{km}$. Határozzuk meg, hogy legfeljebb hány km kiterjedésű vezetékhálózat kompenzálására alkalmas a Petersen-tekerecs! (A transzformátor reaktanciáját elhanyagolhatjuk.)

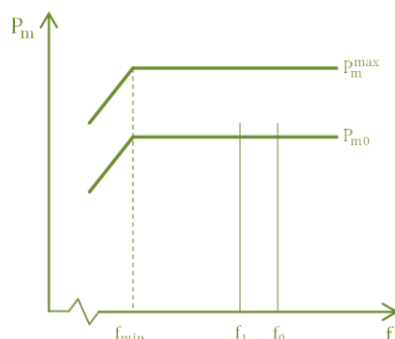
$$3X_P = X_C = \frac{1}{\omega C' l}$$

$$l = \frac{1}{3X_P \omega C'} = \frac{1}{3 \cdot 1800 \Omega \cdot 100\pi \cdot 5,2 \frac{nF}{km}} = 113,4 \text{ km}$$

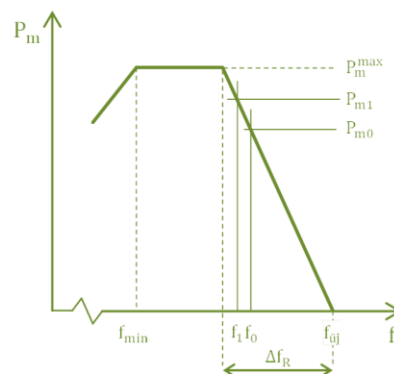
1.2. Egy turbina-generátor-fogyasztói rendszer állandósult állapotában $f_0 = 50\text{Hz}$, $P_0 = 200 \text{ MW}$. A fogyasztás frekvenciatényezője, $K_F = 1,8 \text{ MW/Hz}$, a primer szabályozás frekvenciatényezője $K_G = -70 \text{ MW/Hz}$. A rendszerben hirtelen fellépő $-1,0 \text{ MW}$ fogyasztói teljesítményigény-változás hatására mekkora lesz a frekvenciaváltozás?

$$\Delta f = -\frac{\Delta P_f}{K_F + K_G} = -\frac{-1,0 \text{ MW}}{(1,8 + 70) \frac{\text{MW}}{\text{Hz}}} = 0,014 \text{ Hz}$$

1.3. Rajzolja fel a frekvencia-érzékenlen és a frekvenciaváltozásra érzékeny turbinaszabályozó karakterisztikákat!



frekvencia-érzékenlen



frekvenciaváltozásra érzékeny

1.4. Egy Taurus mozdony névleges teljesítménye 6400 kW, teljesítménytényezője 1. A mozdony névleges feszültsége a hazai villamos vontatásra jellemzően 25 kV. Határozza meg a mozdony névleges áramát!

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{6400 \text{ kW}}{25 \text{ kV}} = 256 \text{ A}$$

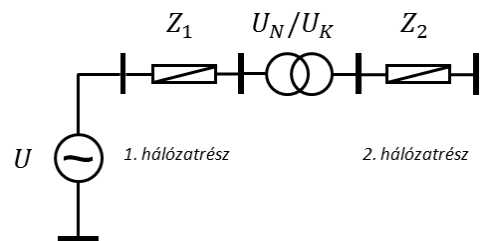
1.5. Adott az alábbi hálózat, az 1. hálózatrészben a megválasztott alapegységek: $U_{alap,1} = 22 \text{ kV}$ (vonali), $S_{alap} = 0,160 \text{ MVA}$ (3f). A transzformátor áttétele 20/0,4 kV. Határozza meg a 2. hálózatrészben található $Z_2 = j2 \text{ ohm}$ impedancia értékét viszonylagos egységben!

$$N = \frac{U_K}{U_N} = \frac{0,4 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} = 0,02$$

$$U_{alap,2} = U_{alap,1} \cdot N = 22 \text{ kV} \cdot 0,02 = 0,44 \text{ kV}$$

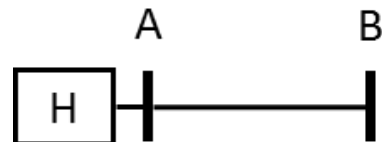
$$Z_{alap,2} = \frac{U_{alap,2}^2}{S_{alap}} = \frac{(0,44 \text{ kV})^2}{0,160 \text{ MVA}} = 1,21 \Omega$$

$$z_2 = \frac{Z_2}{Z_{alap,2}} = \frac{j2 \Omega}{1,21 \Omega} = j1,653$$



1.6. Egy 20 kV névleges feszültségű végtelen hálózatra (H) csatlakozó vezeték (v) pozitív sorrendű impedanciájának abszolút értéke 20Ω . A „B” gyűjtősínen bekövetkező háromfázisú zárlat esetén határozza meg a zárlati áram nagyságát (effektív értékét)!

$$|I_z| = \frac{U_n}{\frac{\sqrt{3}}{Z}} = \frac{20 \text{ kV}}{\frac{\sqrt{3}}{20 \Omega}} = 0,6 \text{ kA}$$



1.7. Az alábbi állításokról döntse el: IGAZ vagy HAMIS?

A kisfrekvenciás mágneses indukció lakosságra megengedett határértéke 200 T.	
A változó mágneses tér az emberi testben testáramokat indukál.	
Egy távvezeték által keltett mágneses tér nagysága a vezeték feszültségétől függ.	

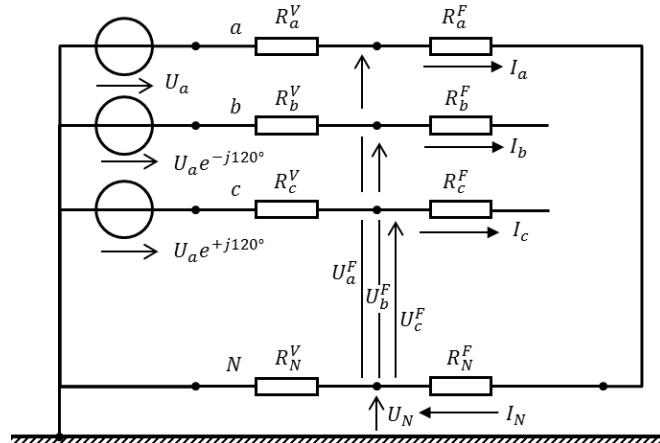
1.8. Adott az alábbi hálózat:

$$U_a = 230V, \quad R_{a,b,c}^V = R_N^V = 0,5 \, \Omega,$$

$$R_{a,b,c}^F = 35 \, \Omega,$$

$$R_N^F = 2,35 \, \Omega$$

Határozza meg a nullavezetőben folyó áramot (I_N)!



$$I_N = \frac{U_a}{R_N^V + R_N^F + R_a^F + R_a^V} = \frac{230 \, V}{0,5 \, \Omega + 2,35 \, \Omega + 35 \, \Omega + 0,5 \, \Omega} = 6,0 \, A$$

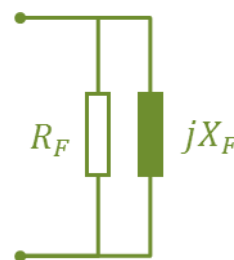
1.9. Egy (háromfázisú) fogyasztó névleges feszültsége 20 kV, névleges teljesítménye 500 kVA, teljesítménytényezője ($\cos\varphi$) 0,8 (induktív). Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű (egyfázisú) impedanciartartó modelljét (párhuzamos RX), és számolja ki a modell elemeinek paramétereit!

$$P_F = S_n \cos\varphi = 0,5 \cdot 0,8 = 0,400 \, MW$$

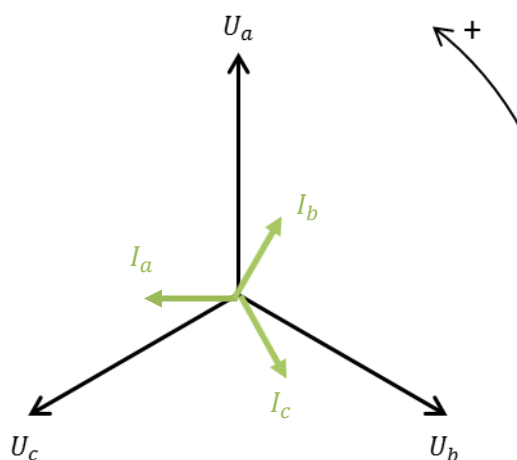
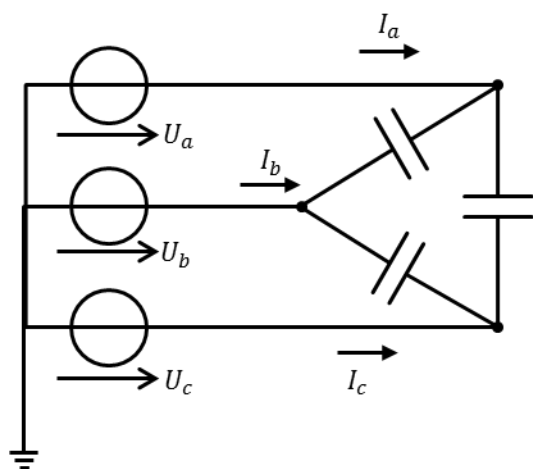
$$Q_F = S_n \sin\varphi = 0,5 \cdot \sqrt{1-0,8^2} = 0,300 \, Mvar$$

$$R_F = \frac{U_n^2}{P_F} = \frac{20 \, kV^2}{0,400 \, MW} = 1000 \, \Omega$$

$$X_F = \frac{U_n^2}{Q_F} = \frac{20 \, kV^2}{0,300 \, Mvar} = 1333,33 \, \Omega$$



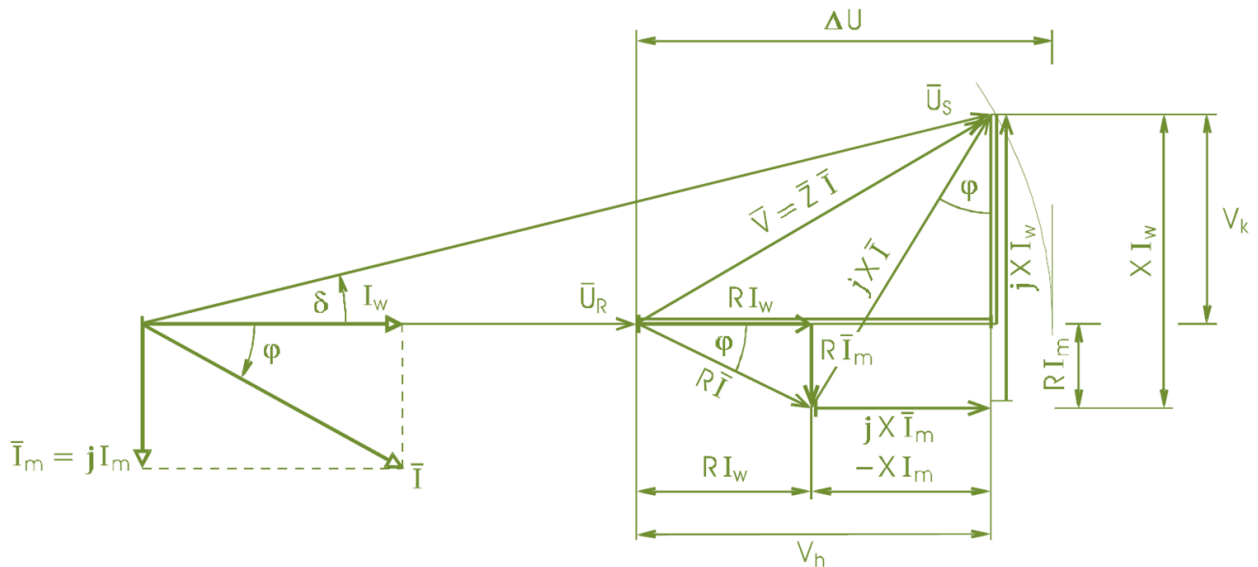
1.10. Egy szimmetrikus háromfázisú feszültségrendszerre delta elrendezésben egyforma kondenzátorokat kapcsolunk. A felvett referenciairányok szerint irányhelyesen rajzolja be a fázorábrába a kondenzátorokon átfolyó áramokat!



2. Fazorábrán mutassa be egy rezisztív-induktív fogyasztói árammal terhelt, $Z = R + jX$ soros impedanciával jellemzett távvezeték esetére a komplex feszültségesést, valamint annak hossz- és keresztirányú összetevőit! (10 pont)

- Vezesse le a hossz- és keresztirányú feszültségesés összefüggésének kifejezéseit!
- Magyarázza meg, hogyan lehet befolyásolni a feszültségesést a fogyasztónál alkalmazott meddőkompenzációval!
- A hálózat szempontjából még milyen előnnyel jár a meddőkompenzáció?

#MEGOLDÁS:



(4 pont)

$$\begin{aligned}\Delta U &= \vec{Z}\vec{I} = (R + jX)(\vec{I}_w + j\vec{I}_m) = R\vec{I}_w - X\vec{I}_m + j(R\vec{I}_m + X\vec{I}_w) = \Delta U_h + j\Delta U_k \\ \rightarrow \Delta U_h &= R\vec{I}_w - X\vec{I}_m \\ \rightarrow \Delta U_k &= R\vec{I}_m + X\vec{I}_w\end{aligned}$$

(2 pont)

b) Meddőkompenzáció kondenzátorral:

Fogyasztó meddő igényét a kondenzátorból fedezzük

→ fogyasztó induktív meddő áramát a kondenzátor fedezi

→ a vezetéken szállított induktív meddő áram összetevő ($\vec{I}_m < 0$) csökken

→ hosszirányú feszültségesés második tagja ($-X\vec{I}_m$) csökken!

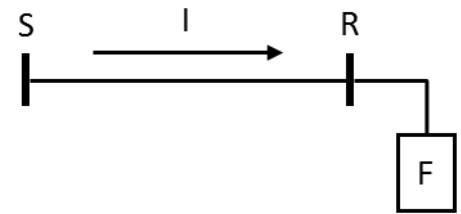
(1 pont a módszer (kondenzátorból fedez), 1 pont a hatása)

c) Meddőkompenzáció – feszültségesés csökkentése melletti – előnye:

Csökken a hálózati veszteség.

(2 pont)

3. Adott az alábbi háromfázisú, kisfeszültségű hálózat egy végponti fogyasztóval. A fogyasztó paraméterei $U_n = 0,4 \text{ kV}$, $P_n = 20 \text{ kW}$, teljesítménytényezője 1. Az S oldalon névleges $0,4 \text{ kV}$ feszültséget tartunk. A fogyasztó paramétereit alapparamétereknek választva a vezeték $r = 0,2 \text{ v.e.}$ ellenállással jellemezhető.



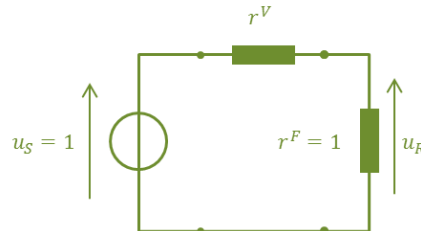
- Rajzolja fel a pozitív sorrendű modellt (és tüntesse fel annak paramétereit) arra az esetre, a fogyasztót impedancia tartó modellel képezi le!
- Határozza meg ebben az esetben az u_R feszültség és az átvitt hatásos teljesítmény értékét!
- Rajzolja fel a pozitív sorrendű modellt (és tüntesse fel annak paramétereit) arra az esetre, a fogyasztót áramtartó modellel képezi le!
- Teljesítménytartó fogyasztó esetén mekkora lenne az átvihető maximális teljesítmény?

A feladat megoldása során mindig viszonylagos egységekkel számoljon! (10 pont)

Mivel a fogyasztó névleges paramétereit választottuk alapoknak, s a teljesítménytényező 1, ezért:

$$r^F = \frac{R^F}{Z_{\text{alap}}} = \frac{\frac{U_n^{F^2}}{S_n^F}}{\frac{U_{\text{alap}}^2}{S_{\text{alap}}}} = 1$$

- a) A pozitív sorrendű modell (r^V értéke 0,2): (2 pont: ábra 1 pont, helyes értékek 1 pont)



- b) A fogyasztónál mérhető feszültség és teljesítmény: (4 pont: képletek 1-1, helyes értékek 1-1)

$$u_R = \frac{r^F}{r^V + r^F} u_s = \frac{1}{0,2 + 1} \cdot 1 = 0,833, \quad p_R = \frac{|u_R|^2}{r^F} = \frac{0,833^2}{1} = 0,694$$

$p =$

- c) Áramtartó modell:

$$I_F = 1$$

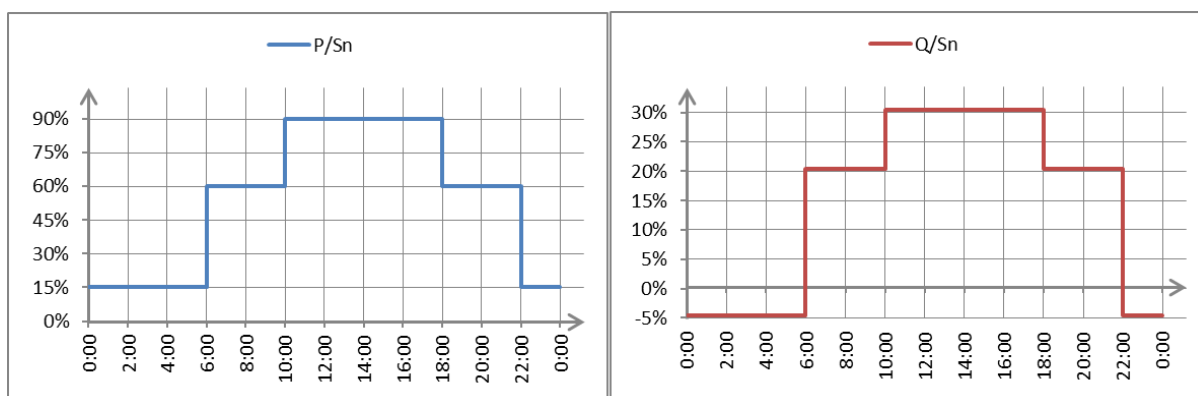
(2 pont: ábra 1, helyes áramérték 1)

- d) Az átvihető maximális teljesítmény:

(2 pont)

$$p_{\max} = \frac{u_s^2}{4R} = \frac{1^2}{4 \cdot 0,2} = 1,25$$

4. Egy háromfázisú ipari fogyasztó munkanapi hatásos és meddő energiafogyasztását az alábbi grafikonok írják le. A fogyasztó névleges teljesítménye 40 kVA. (10 pont)



- Határozza meg a fogyasztó teljesítménytényezőjét a völgy (22-06), valamint a csúcsidőszakban (10-18)!
- A villamos energia végfelhasználói ára 50 Ft/kWh, a meddőenergia-díj 5 Ft/kvarh. (Az elfogyasztott hatásos energia 25%-áig az induktív meddő energia térítésmentes, az efeletti, valamint a kapacitív meddő energiáért a fenti díjat kell fizetni.). Mekkora a fogyasztó havi villamos energia költsége, ha az adott hónapban 20 munkanap van?
- Mekkora kapacitású kondenzátorokra van szükség a fogyasztó maximális meddőteljesítményének kompenzálására? A kondenzátorokat deltába kötjük, a névleges feszültség 0,4 kV.

- A teljesítmény tényező meghatározása: (2 pont)
völgyidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = -\frac{0,05}{0,15} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(-0,33) = -18,43^\circ \rightarrow \cos\varphi = 0,948 \text{ (kap.)}$$

csúcsidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = \frac{0,30}{0,90} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(0,33) = 18,43^\circ \rightarrow \cos\varphi = 0,948 \text{ (ind.)}$$

- A napi energiamennyiségek: (3 pont)

$$\left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = \frac{8 \cdot 0,15 + 8 \cdot 0,6 + 8 \cdot 0,9}{24} = 0,55$$

$$E_P = 24\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 24\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,55 = 528 \text{ kWh}$$

$$E_{Q_{\text{kap}}} = 8\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{kap}}}{S_n}\right) = 8\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,05 = 16 \text{ kvarh}$$

$$E_{Q_{\text{ind}}} = 16\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{ind}}}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 16\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,25 = 160 \text{ kvarh}$$

A térítésmentes induktív meddő energia: (1 pont)

$$E_{Q_{\text{ind,ingyen}}} = 0,25 \cdot E_P = 0,25 \cdot 528 \text{ kWh} = 132 \text{ kvarh}$$

Így a havi energiadíjak: (1 pont)

$$C_P = 20 \cdot 528 \text{ kWh} \cdot 50 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 528000 \text{ Ft}$$

$$C_{Qk} = 20 \cdot 16 \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 1600 \text{ Ft}$$

$$C_{Qi} = 20 \cdot (160 - 132) \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 2800 \text{ Ft}$$

$$C = C_p + C_{Qk} + C_{Qi} = 532400 \text{ Ft}$$

c) A kompenzáláshoz szükséges kondenzátorok

A maximális meddőigény:

(1 pont)

$$Q_{\max} = 0,3 \cdot S_n = 12 \text{ kvar.}$$

Ezt három, vonali feszültségre kapcsolt kondenzátorra kell osztani:

(2 pont)

$$Q_c = \frac{U_n^2}{X_c} = U_n^2 \omega C = \frac{Q_{\max}}{3} \rightarrow C = \frac{Q_{\max}}{3U_n^2 \omega}$$

$$C = \frac{12 \text{ kvar}}{3 \cdot (0,4)^2 \cdot 2\pi \cdot 50\text{Hz}} = 79,58 \mu\text{F}$$

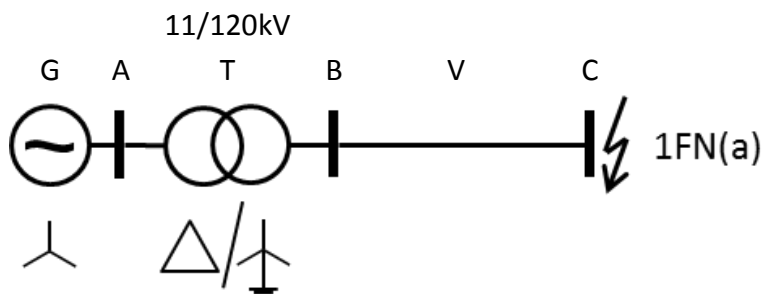
(A megoldás menete a fentitől eltérhet, a megfelelően alátámasztott végeredményért jár a maximális pont.)

5. Számítsa ki a „B” gyűjtősínen mérhető fázisfeszültségek komplex effektív értékét viszonylagos egységben! A hálózati elemek adatai viszonylagos egységekben:

$$u_1^G=1; \quad x_1^G=x_2^G=0,1; \quad x_1^{Tr}=x_2^{Tr}=x_0^{Tr}=0,12; \quad x_1^V=x_2^V=0,12; \quad x_0^V=0,35.$$

A transzformátor kapcsolási csoportja Yd7.

(10 pont)



Sorrendi hálózatok

(1 pont, sorba kötés: 1 pont)

Áramok:

$$i_1 = \frac{u_1^G}{j(x_1^G + x_1^{Tr} + x_1^V + x_2^G + x_2^{Tr} + x_2^V + x_0^{Tr} + x_0^V)} = \frac{1}{j1,15} = -0,87j$$

(1pont)

$$i_2 = i_0 = i_1$$

(0,5 pont)

Feszültségek: (mindenhol 1 pont a képlet, 0,5 pont a számítás)

$$u_1^B = u_1^G - i_1(jx_1^G + jx_1^{Tr}) = 1 - (-0,87j) \cdot (j0,1 + j0,12) = 0,809$$

(1,5 pont)

$$u_2^B = -i_2(jx_2^G + jx_2^{Tr}) = (-0,87j) \cdot (j0,1 + j0,12) = -0,191$$

(1,5 pont)

$$u_0^C = -i_0(jx_0^{Tr}) = (-0,87j) \cdot (j0,12) = -0,104$$

(1,5 pont)

Transzformáció:

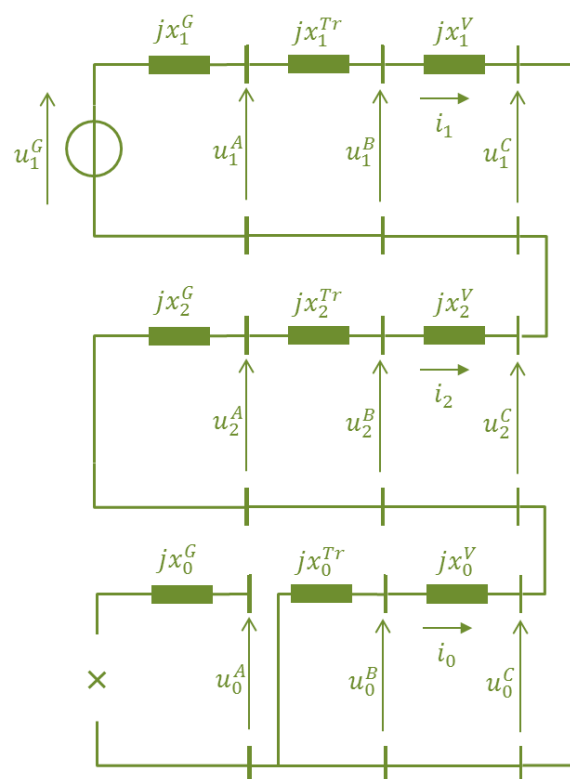
$$\begin{bmatrix} u_a^B \\ u_b^B \\ u_c^B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_0^B \\ u_1^B \\ u_2^B \end{bmatrix}$$

$$u_a^B = 0,513$$

$$u_b^B = -0,41 - j0,866 = 0,96 \exp(-j115,50^\circ)$$

$$u_c^B = -0,41 + j0,866 = 0,96 \exp(+j115,50^\circ)$$

(2pont)



VILLAMOS ENERGETIKA –

VIZSGA DOLGOZAT - B csoport

MEGOLDÁS

2013. június 17.

213C, 413E, 461.3A, 661.1A, 203E, 205.2B, 240.2B, 301.3F, 161.2A, 996A, 484.1A, 480.2A, 80.2B, 280.4B

1.1. Egy 20kV-os szabadvezetési hálózat csillagpontja 1200Ω Petersen-tekerccsen keresztül van földelve. A szabadvezetékek zérus sorrendű kapacitása $5,6 \frac{nF}{km}$. Határozzuk meg, hogy legfeljebb hány km kiterjedésű vezetékhálózat kompenzálására alkalmas a Petersen-tekerccs! (A transzformátor reaktanciáját elhanyagolhatjuk.)

$$3X_P = X_C = \frac{1}{\omega C' l}$$
$$l = \frac{1}{3X_P \omega C'} = \frac{1}{3 \cdot 1200 \Omega \cdot 100\pi \cdot 5,6 \frac{nF}{km}} = 157,9 km$$

1.2. Egy turbina-generátor-fogyasztói rendszer állandósult állapotában $f_0 = 50Hz$, $P_0 = 200 MW$. A fogyasztás frekvenciatényezője, $K_F = 4 MW/Hz$, a primer szabályozás frekvenciatényezője $K_G = -55 MW/Hz$. A rendszerben hirtelen fellépő $+4,5 MW$ fogyasztói teljesítményigény-változás hatására mekkora lesz a frekvenciaváltozás?

$$\Delta f = -\frac{\Delta P_f}{K_F + K_G} = -\frac{+4,5 MW}{(4 + 55) \frac{MW}{Hz}} = -0,076 Hz$$

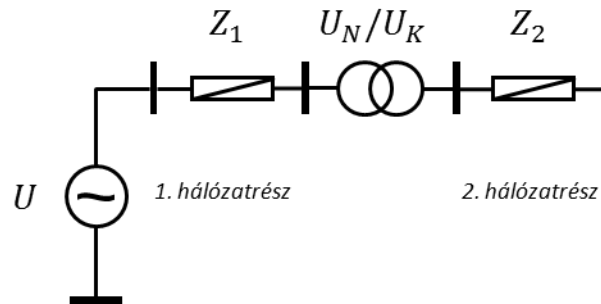
1.3. Töltse ki az alábbi táblázatot (P_g : egy turbina-generátor gépegység leadott villamos teljesítménye, P_m pedig a felvett mechanikai teljesítmény)!

	$P_g > P_m$	$P_g < P_m$
gépegység szöggyorsulása (pozitív? negatív?)		
kinetikus energia (nö? csökken?)		

1.4. Egy V43-as mozdony névleges teljesítménye $2220 kW$, névleges feszültsége $25 kV$. Határozza meg a motor névleges áramának effektív értékét!

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{2220 kW}{25 kV} = 88,8 A$$

1.5. Adott az alábbi hálózat, az 1. hálózatrészben a megválasztott alapegységek: $U_{alap,1} = 132 \text{ kV}$ (vonali), $S_{alap} = 40 \text{ MVA}$ (3f). A transzformátor áttétele $120/10 \text{ kV}$. Határozza meg a 2. hálózatrészben található $Z_2 = j5 \text{ ohm}$ impedancia értékét viszonylagos egységben!



#MEGOLDÁS:

$$N = \frac{U_K}{U_N} = \frac{10 \text{ kV}}{120 \text{ kV}} = 0,0833$$

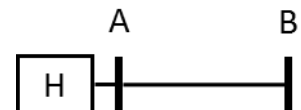
$$U_{alap,2} = U_{alap,1} \cdot N = 132 \text{ kV} \cdot 0,0833 = 11 \text{ kV}$$

$$Z_{alap,2} = \frac{U_{alap,2}^2}{S_{alap}} = \frac{(11 \text{ kV})^2}{40 \text{ MVA}} = 3,025 \Omega$$

$$z_2 = \frac{Z_2}{Z_{alap,2}} = \frac{j5 \Omega}{3,025 \Omega} = j1,653$$

1.6. Egy 10 kV névleges feszültségű végtelennek tekintett hálózatra (H) csatlakozó vezeték (v) pozitív sorrendű impedanciájának abszolút értéke 15Ω . Határozza meg az üresen járó B gyűjtősin háromfázisú zárlati teljesítményét!

#MEGOLDÁS:



$$S_Z^B = \sqrt{3} U_n I_Z = \sqrt{3} U_n \frac{\frac{U_n}{\sqrt{3}}}{|Z|} = \frac{U_n^2}{|Z|} = \frac{10 \text{ kV}^2}{15 \Omega} = 7 \text{ MVA}$$

1.7. Az alábbi állításokról döntse el: IGAZ vagy HAMIS?

Egy távvezeték által keltett mágneses tér nagysága a vezeték feszültségétől függ.	HAMIS
A foglalkozási körre megengedett mágneses indukció nagyobb a lakosságra vonatkozó értéknél.	IGAZ
A változó mágneses tér az emberi testben testáramokat indukál.	IGAZ

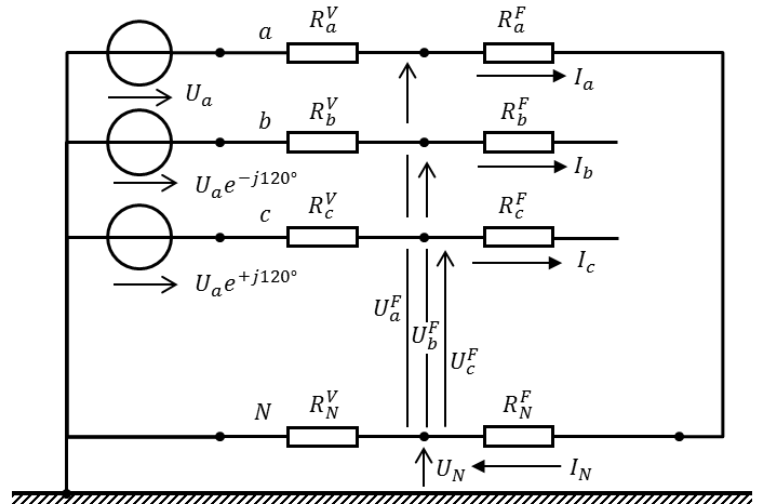
1.8. Adott az alábbi hálózat:

$$U_a = 230\text{V}, \quad R_{a,b,c}^V = R_N^V = 0,5\ \Omega,$$

$$R_{a,b,c}^F = 35\ \Omega,$$

$$R_N^F = 2,3\ \Omega$$

Határozza meg a fogyasztói csillagpont (U_N) eltolódás mértékét!



$$U_N = U_a \frac{R_N^V}{R_N^V + R_N^F + R_a^F + R_a^V} = 230\text{ V} \cdot \frac{0,5\ \Omega}{0,5\ \Omega + 2,3\ \Omega + 35\ \Omega + 0,5\ \Omega} = 3,00\text{ V}$$

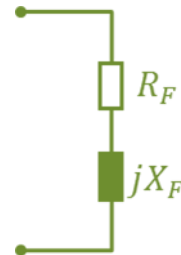
1.9. Egy (háromfázisú) fogyasztó névleges feszültsége 10 kV, névleges teljesítménye 200 kVA, teljesítménytényezője ($\cos\varphi$) 0,8 (induktív). Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű (egyfázisú) impedanciartató modelljét (soros RX), és számolja ki a modell elemeinek paramétereit!

#MEGOLDÁS:

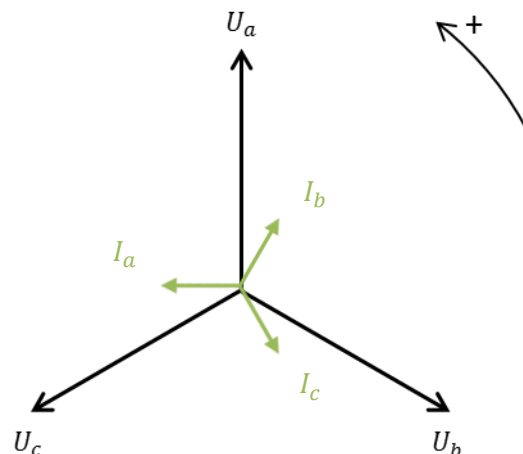
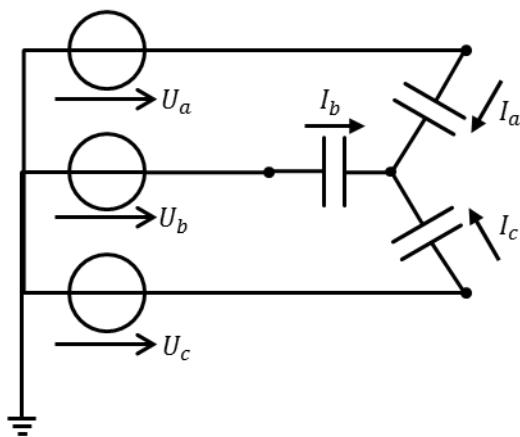
$$|Z_F| = \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{10\text{kV}^2}{0,2\text{MVA}} = 500\ \Omega$$

$$R_F = |Z_F| \cos\varphi = 500 \cdot 0,8 = 400,00\ \Omega$$

$$X_F = |Z_F| \sin\varphi = 500 \cdot 0,6 = 300,00\ \Omega$$



1.10. Egy szimmetrikus háromfázisú feszültségrendszerre csillag elrendezésben egyforma kondenzátorokat kapcsolunk. A felvett referenciairányok szerint irányhelyesen rajzolja be a fázorábrába a kondenzátorokon átfolyó áramokat!



2. Levezetéssel adja meg az X soros reaktanciával jellemzett vezetéken átvihető maximális hatásos teljesítmény értékét, ha a tápoldali feszültség (E_A) állandó, a fogyasztóoldali hatásos teljesítményigény (P) állandó és a fogyasztóoldali meddő igény nulla.

- Rajzolja fel a fogyasztóoldali feszültség alakulását az átvitt hatásos teljesítmény függvényében!
- Mi a feszültségstabilitás feltétele?

Tegyük fel, hogy az átvitel két párhuzamos, egyenként X reaktanciájú vezetéken történik.

- Magyarázza el, hogyan fordulhat elő feszültség összeomlás, ha az egyik vezetéket kikapcsolják?

#MEGOLDÁS:

$$E_A^2 = U^2 + (XI)^2$$

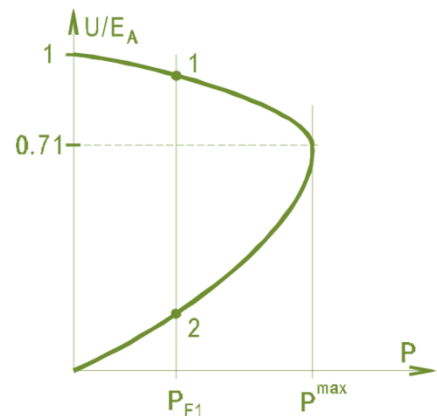
$$I = \frac{P}{U}$$

$$0 = U^4 - E_A^2 U^2 + (PX)^2$$

$$\rightarrow U^2 = \frac{E_A^2 \pm \sqrt{E_A^4 - 4(PX)^2}}{2}$$

P maximális, ha $D = 0$:

$$\rightarrow E_A^4 = 4P^2 X^2 \rightarrow P_{\max} = \frac{E_A^2}{2X}$$



(3 pont a levezetésre, 2 pont a végeredmény, 2 pont az ábra)

A feszültségstabilitás feltétele:

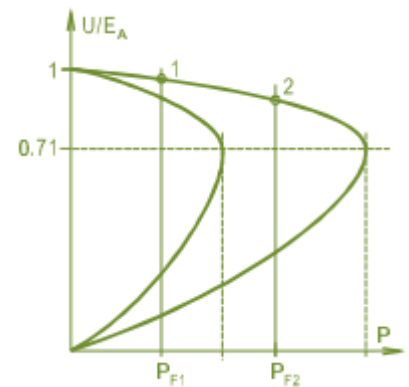
$$\frac{dP}{dU} < 0$$

(1 pont)

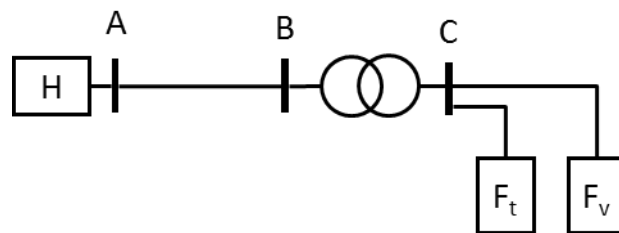
c) feszültség összeomlás

Ha kikapcsolás előtt a 2. munkapontban voltunk, akkor kikapcsolás után változatlan teljesítményigény mellett nem létezik munkapont.

2 pont (nem feltétlenül kell ábra, de jó legyen a magyarázat)



3. Egy kisváros egyik városrészében új, gyorsöltőkkel ellátott villamos autó töltőállomást szeretnének létrehozni (F_t). A töltőállomásban összesen 5 db töltőfejet szeretnének telepíteni, egy töltőfej töltési (P_{3f}) teljesítménye 50 kW, meddőteljesítmény-felvétele nincs.



Mérési eredmények alapján tudjuk, hogy a városrész háromfázisú fogyasztása (F_v) maximálisan 1200 kW, 0,96 induktív teljesítménytényezővel. A városrészt ellátó 20 kV-os távvezeték 20 km hosszú, hosszegységre jutó ellenállása 0,38 Ω /km, reaktanciája 0,4 Ω /km. A transzformátor paraméterei: 20/0,4 kV, 1600 kVA, 6%. A hálózat zárlati teljesítményét vegye végtelennek, feszültségét névlegesnek!

Mekkora százalékos feszültségesés mérhető a fogyasztóknál (C sín) a töltőállomás (F_t) megépítése előtt és után?

(A számítás során a feszültségesést a hosszirányú összetevővel közelítse, a hálózat a kisfeszültség oldalra redukálja, a fogyasztókra áramtartó modellt alkalmazzon!)

Hálózat és paraméterek

(0,5 pont R_v , 1 pont X_{tr} , 1,5 pont a hálózat)

$$R^V + jX^V = l \cdot (r^V + jx^V) = 7,6 + j8 \Omega$$

$$\rightarrow R_r^V + jX_R^V = 0,00304 + j0,0032 \Omega$$

$$X^{TR} = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{(U_n^{TR})^2}{S_n^{TR}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{1600 \text{ kVA}} = 0,006 \Omega$$

A fogyasztók árama:

(1 pont)

$$I_n^F = \frac{\frac{P_{max}}{\cos\varphi}}{\sqrt{3}U_n^F} (\cos\varphi - j\sin\varphi) = \frac{\frac{1200 \text{ kW}}{0,96}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} (0,96 - j0,28) = 1732,1 - j505,2 \text{ A}$$

Egy töltő által maximális áram:

(1 pont)

$$I_n^{Töltő} = \frac{P_n^{Töltő}}{\sqrt{3}U_n^{Töltő}} = \frac{50 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 72,17 \text{ A}$$

Feszültségesés közelítés a hosszirányú összetevővel:

(1 pont)

$$\Delta U_{h1} = RI_w - XI_m = 0,00304\Omega \cdot 1732,1 \text{ A} + 0,0092\Omega \cdot 505,2 \text{ A} = 9,91 \text{ V}$$

Töltő beépítése esetén

(1 pont)

$$\Sigma I = I_n^F + 5 \cdot I_n^{Töltő} = 2092,9 - j505,2 \text{ A}$$

Feszültségesés közelítés a hosszirányú összetevővel:

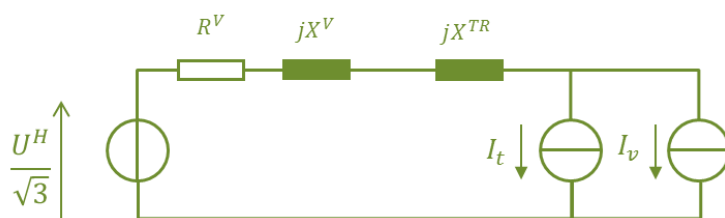
(1 pont)

$$\Delta U_{h2} = RI_w - XI_m = 0,00304\Omega \cdot 2092,9 \text{ A} + 0,0092\Omega \cdot 505,2 \text{ A} = 11,01 \text{ V}$$

Relatív mértékben a két feszültségesés:

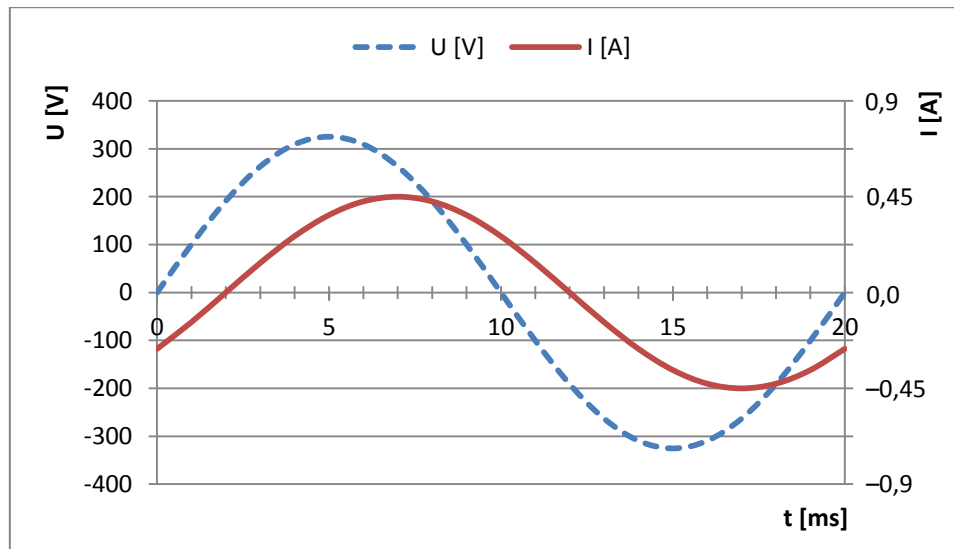
(2x1 pont)

$$\frac{\Delta U_{h1}}{U_{n,fázis}} = \frac{9,91 \text{ V}}{231 \text{ V}} = 4,29\%, \quad \frac{\Delta U_{h2}}{U_{n,fázis}} = \frac{11,01 \text{ V}}{231 \text{ V}} = 4,77\%$$



4. Egy társasház fűtési rendszerében üzemelő keringető szivattyú egyfázisú villamos motorját szünetmentes tápegységről kívánjuk ellátni. A motor adatait nem ismerjük, de egy oszcilloszkóp üzemmódra is alkalmas multiméterrel megmérve az áramot és a feszültséget, a mellékelt időfüggvényeket látjuk a képernyőn. A rendszert legfeljebb 60 óra időtartamú áramkimaradásra kívánjuk méretezni. A keringető szivattyú átlagosan 2 óránként kapcsol be és ekkor 20 perc időtartamig üzemel. A szünetmentes áramforrás inverterének hatásfokát 95%-ra becsülve, számítsa ki a fenti feladathoz szükséges 12 V-os akkumulátor telep kapacitást Ah-ban (amperóra). (Az akkumulátornak a hatásos energiát kell tárolnia.)

(8 pont)



A szivattyú 60 órán át 2 óránként 20 percre kapcsol be, így a működési idő:

(1 pont)

$$T = \frac{60}{2} \cdot \frac{20}{60} = 10\text{h}$$

Az oszcilloszkópról leolvasva:

(3x1 pont)

$$U_{eff} = \frac{325V}{\sqrt{2}} = 230V$$

$$I_{eff} = \frac{0,45A}{\sqrt{2}} = 0,318A$$

$$\varphi = \frac{2ms}{20ms} \cdot 360^\circ = 36^\circ \rightarrow \cos\varphi = 0,81 \text{ (ind.)}$$

Tehát:

(1 pont)

$$P = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi = 230V \cdot 0,318A \cdot 0,81 = 59,21W$$

A tárolandó energia:

(1 pont)

$$E = \frac{PT}{\eta} = \frac{59,21W \cdot 10,0h}{0,95} = 623,25Wh$$

Így a szükséges akkumulátor kapacitás:

(2 pont)

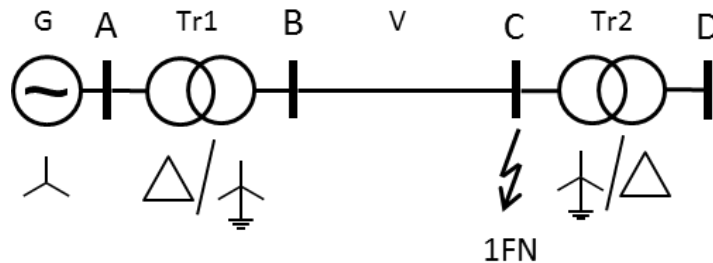
$$C = \frac{E}{U_e} = \frac{623,25Wh}{12V} = 51,94Ah$$

5. Az alábbi (üresen járó) hálózaton a „C” sínen 1FN(a) zárlat lép fel. A hálózat paraméterei:

$$u_1^G=1,2; \quad x_1^G=0,2, \quad x_2^G=0,13; \quad x_1^{Tr1}=x_2^{Tr1}=x_0^{Tr1}=0,09;$$

$$x_1^V=x_2^V=0,05, \quad x_0^V=0,15; \quad x_1^{Tr2}=x_2^{Tr2}=x_0^{Tr2}=0,13;$$

Határozza meg viszonylagos egységben az A gyűjtősínen mérhető fázisfeszültségek effektív értékét! (12 pont)



A pozitív-negatív-zérus sorrendű modellek felrajzolása (3x1 pont)

Helyes összekötése (1 pont)

Zárlati áram számítása:

$$i = \frac{u_1^G}{jx_1^G + jx_1^{Tr1} + jx_1^V + jx_0^{Tr2} \times (jx_0^{Tr1} + jx_0^V) + jx_2^G + jx_2^{Tr1} + jx_2^V}$$

$$= \frac{1,2}{j \left(0,2 + 0,09 + 0,05 + \frac{0,13 \cdot (0,09 + 0,15)}{0,13 + (0,09 + 0,15)} + 0,13 + 0,09 + 0,05 \right)}$$

$$= -j1,728$$

(1 pont a képlet, 1 pont a számítás)

Az 'A' sín feszültségének szimmetrikus összetevői:

$$u_1^A = u_1^G - jx_1^G i = 1,2 - j0,2(-j1,728) = 0,854$$

$$u_2^A = -jx_2^G i = -j0,13(-j1,728) = -0,225$$

$$u_0^A = 0$$

(3 pont)

A fázisfeszültségek így:

$$u_a^A = u_0^A + u_1^A + u_2^A = 0 + 0,854 + -0,225 = 0,63$$

$$u_b^A = u_0^A + a^2 u_1^A + a u_2^A = 0 + -0,427 + j0,740 + 0,112 + j0,195 = -0,315 - j0,934$$

$$= 0,986 e^{-j108,62^\circ}$$

$$u_c^A = u_0^A + a u_1^A + a^2 u_2^A = 0 + -0,427 - j0,740 + 0,112 - j0,195 = -0,315 + j0,934$$

$$= 0,986 e^{j108,62^\circ}$$

(2 pont)

A feszültségek effektív értéke így:

(1 pont)

$$u_a^A = 0,63, \quad u_b^A = 0,986, \quad u_c^A = 0,986$$

