

VILLAMOS ENERGETIKA – PÓTZÁRTHELYI DOLGOZAT – A csoport

MEGOLDÁS

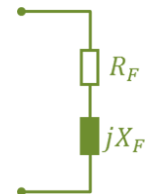
2013. április 22.

1.1. Adja meg egy szimmetrikus rendszerben a háromfázisú meddő teljesítmény kifejezését, ha adott a fázisfeszültség (U_f) és áram (I_n) effektív értéke, valamint a fázisszög (φ)!

$$Q_{3f} = 3U_f I_n \sin \varphi$$

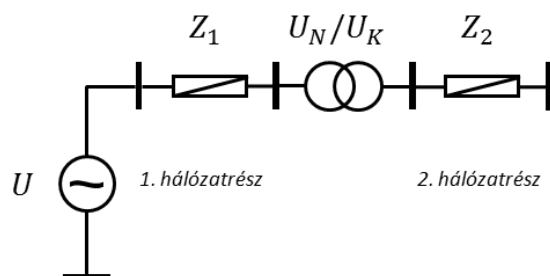
1.2. Rajzolja fel a háromfázisú fogyasztó pozitív sorrendű soros RX impedanciartartó modelljét, és a névleges adatok (U_n , S_n , $\cos \varphi$) alapján adja meg a modell paramétereinek kifejezését!

$$Z_F = R + jX_F = \frac{U_n^2}{S_n} (\cos \varphi + j \sin \varphi)$$



1.3. Adott az alábbi hálózat, az 1. hálózatrészben a megválasztott alapegységek:

$U_{alap,1} = 132$ kV (vonali), $S_{alap} = 40$ MVA (3f). A transzformátor áttétele 120/10 kV. Határozza meg a 2. hálózatrészben található $Z_2 = j5$ ohm impedancia értékét viszonylagos egységben!



$$N = \frac{U_K}{U_N} = \frac{10 \text{ kV}}{120 \text{ kV}} = 0,083333$$

$$U_{alap,2} = U_{alap,1} \cdot N = 132 \text{ kV} \cdot 0,083333 = 11 \text{ kV}$$

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

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

1.4. Adottak az alábbi fázisáramok: $I_a = 15$ A, $I_b = 12$ A, $I_c = 12$ A. (Az áramok fázisszöge 0° .) Határozza meg az áramok pozitív sorrendű összetevőjének értékét!

$$I_1 = \frac{1}{3} (I_a + aI_b + a^2I_c) = \frac{15 + (-6,00 + 10,39j) + (-6,00 - 10,39j)}{3} = 1 \text{ A}$$

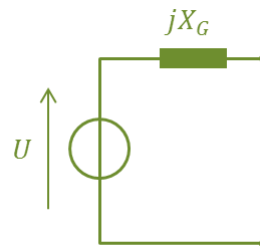
1.5. Az alábbi állítások közül karikázza be az IGAZ állításokat!

- A. Egy kapacitív fogyasztó komplex teljesítményének szöge negatív. (Fogyasztói pozitív irányrendszerben.)
- B. Egy induktív fogyasztó impedanciájának szöge negatív.
- C. Egy induktív fogyasztó meddő teljesítményt vesz fel (fogyasztói pozitív irányrendszerben $Q > 0$).

1.6. Egy generátor névleges vonali feszültsége 6,3 kV, névleges teljesítménye 5 MVA, szinkron reaktanciája (x_d) 150%. Rajzolja fel a pozitív sorrendű modellt, és számolja ki paramétereit!

$$U = \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{6,3 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 3,6373 \text{ kV}$$

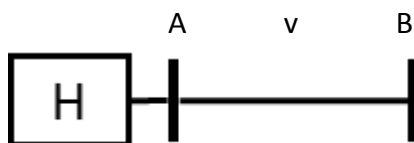
$$X_h = \frac{\varepsilon}{100} \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{150}{100} \frac{6,3 \text{ kV}^2}{5 \text{ MVA}} = 11,91 \, \Omega$$



1.7. Az alábbi állítások közül határozza meg az IGAZ állításokat!

Egy 20/0,4kV-os transzformátor jellemzően az átviteli és elosztó hálózat határát jelenti.	HAMIS
Az utóbbi évtizedben jelentősen bővül Magyarország „offshore” szélenergia kapacitása.	HAMIS
Magyarország primer energiahordozó-szükségletének legnagyobb részét Oroszországból importálja.	IGAZ
Az átviteli hálózat jellemzően sugaras kialakítású	HAMIS

1.8. Egy 120 kV névleges vonali feszültségű végtelen hálózatra (H) csatlakozó vezeték (v) pozitív sorrendű impedanciájának abszolút értéke 10 Ω . A „B” gyűjtősínen bekövetkező háromfázisú zárlat esetén határozza meg a zárlati áram nagyságát (effektív értékét)!



$$|I_z| = \frac{\frac{U_n}{\sqrt{3}}}{Z} = \frac{\frac{120 \text{ kV}}{\sqrt{3}}}{10 \, \Omega} = 6,9 \text{ kA}$$

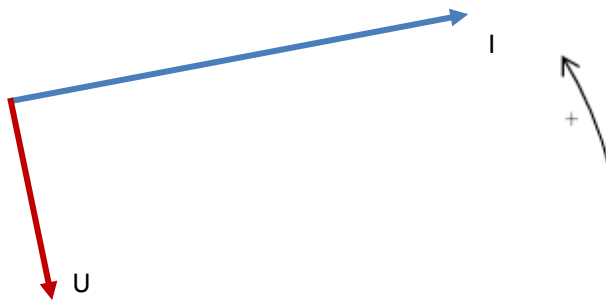
1.9. Az egyfázisú hálózatra csatlakozó mosógépünk átlagosan 5 A áramot vesz fel $\cos(\varphi) = 0,96$ mellett a 230 V névleges feszültségű hálózatról. Számítsa ki, hogy mennyibe kerül egy mosás, ha az 70 percig tart! Az áramfelvételt tekintse egyenletesnek, a villamos energia ára 50 Ft/kWh.

$$P = U_n I_n \cos \varphi = 230 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} \cdot 0,96 = 1104,0 \text{ W}$$

$$\rightarrow E = P t = 1104,0 \text{ W} \cdot \frac{70}{60} \text{ h} = 1288,0 \text{ Wh}$$

$$\rightarrow C = E_c = \frac{1288,0 \text{ Wh}}{1000} \cdot 50 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 64,40 \text{ Ft}$$

1.10. Egy kondenzátor kapacitása 485 μF . A kondenzátoron 50 A csúcsértékű 50 Hz frekvenciájú váltakozó áram folyik. Rajzolja be az alábbi fazorábrába a kondenzátor feszültségét, és adja meg az áram- és feszültség **fazorok** hosszát (vagyis az áram és a feszültség effektív értékét)!



$$|I| = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} = \frac{50 \text{ A}}{\sqrt{2}} = 35,36 \text{ A}$$

$$U = I / j\omega C \rightarrow |U| = |I| / 2\pi f C = 35,36 \text{ A} / (2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 485 \mu\text{F}) = 232,19 \text{ V}$$

2. Egy hálózati elem (pl. távvezeték vagy forgógép) fázisimpedancia mátrixának (Z_{ff}) speciális tulajdonságai meghatározzák a sorrendi impedancia mátrix (Z_{ss}) jellegét.

- Válaszoljon az alábbi táblázat kérdéseire!
 - Az előkészített Z_{ss} mátrixokban tüntesse fel – jellegre – a mátrixok elemeit, saját bevezetett jelöléseivel (a „...” jelű helyeken)!
- Jelölje a Z_{ss} mátrix nulla értékű elemeit!

A ciklikus és szimmetrikus fázisimpedancia mátrix értékei legyenek:

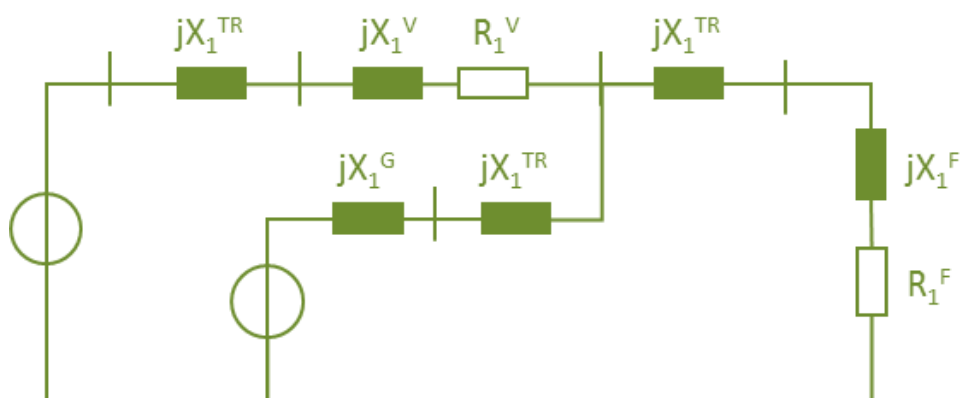
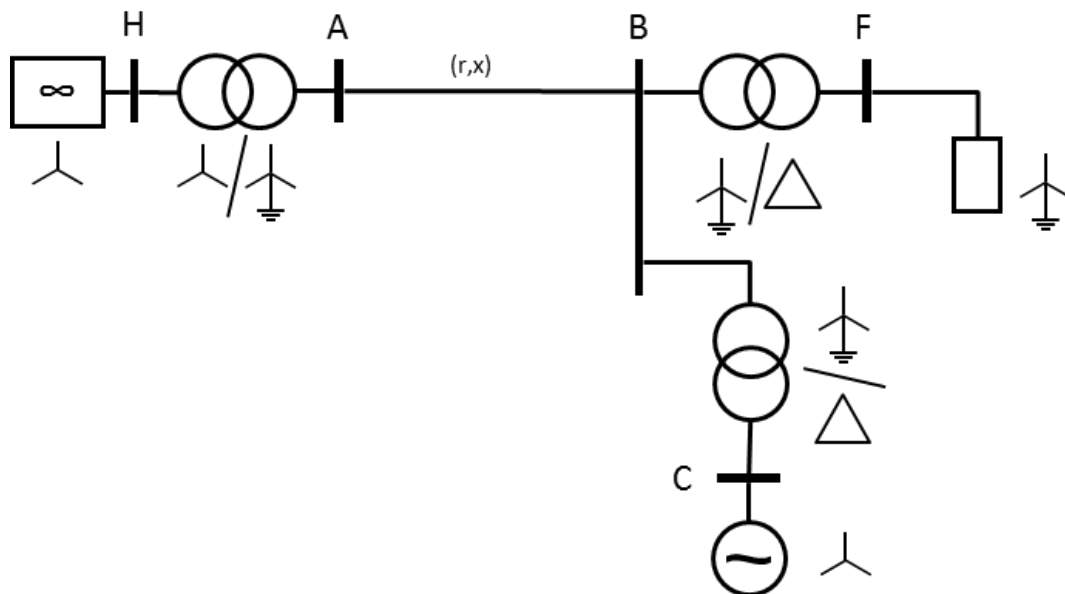
$$Z_{\ddot{o}n} = 0,4 + j2 \, \Omega \text{ és } Z_k = 0,16 + j0,8 \, \Omega!$$

(10 pont)

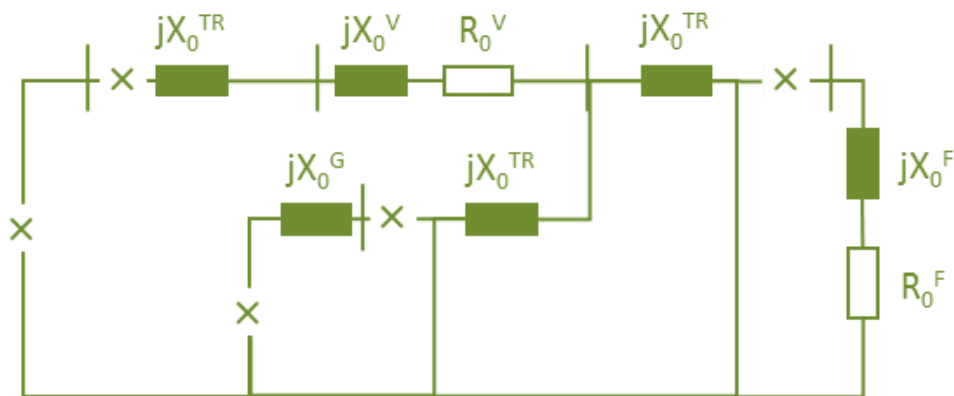
A fázisimpedancia mátrix (Z_{ff})	A sorrendi impedancia mátrix (Z_{ss})
$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}n} & Z_k & Z_k \\ Z_k & Z_{\ddot{o}n} & Z_k \\ Z_k & Z_k & Z_{\ddot{o}n} \end{bmatrix}$ ciklikus? <u>IGAZ</u> HAMIS szimmetrikus? <u>IGAZ</u> HAMIS 2x0,5 pont	$\begin{bmatrix} Z_{00} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{11} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{22} \end{bmatrix}$ Határozza meg a mátrix elemeit és, ahol tudja, értékeit! $Z_{00} = Z_{\ddot{o}n} + 2Z_k = 0,72 + 3,6j \, \Omega$ $Z_{11} = Z_{\ddot{o}n} - Z_k = 0,24 + 1,2j \, \Omega$ $Z_{22} = Z_{11} = 0,24 + 1,2j \, \Omega$ 3x1 pont
$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}n} & Z_m & Z_n \\ Z_n & Z_{\ddot{o}n} & Z_m \\ Z_m & Z_n & Z_{\ddot{o}n} \end{bmatrix}$ ciklikus? <u>IGAZ</u> HAMIS szimmetrikus? IGAZ <u>HAMIS</u> 2x0,5 pont	$\begin{bmatrix} Z_{00} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{11} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{22} \end{bmatrix}$ $Z_{11} = Z_{22}$? IGAZ <u>HAMIS</u> Z_{ss} diagonális? <u>IGAZ</u> HAMIS Z_{ss} szimmetrikus? <u>IGAZ</u> HAMIS 4x0,5 pont
$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}n} & Z_m & Z_n \\ Z_m & Z_{\ddot{o}n} & Z_p \\ Z_n & Z_p & Z_{\ddot{o}n} \end{bmatrix}$ ciklikus? IGAZ <u>HAMIS</u> szimmetrikus? <u>IGAZ</u> HAMIS 2x0,5 pont	$\begin{bmatrix} Z_{00} & Z_{01} & Z_{02} \\ Z_{10} & Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{20} & Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}$ $Z_{11} = Z_{22}$? IGAZ <u>HAMIS</u> Z_{ss} diagonális? IGAZ <u>HAMIS</u> Z_{ss} szimmetrikus? IGAZ <u>HAMIS</u> 4x0,5 pont

3. Adja meg az alábbi (fiktív) hálózat pozitív és zérus sorrendű modelljét a gyűjtősínek feltüntetésével (A, B, C, F, H)! A fogyasztó impedanciátartó ($R+jX$), a vezetéknek ellenállása is van, a többi elem ellenállása elhanyagolható.

(10 pont)



(4 pont, hiányzó elemenként -1 pont)

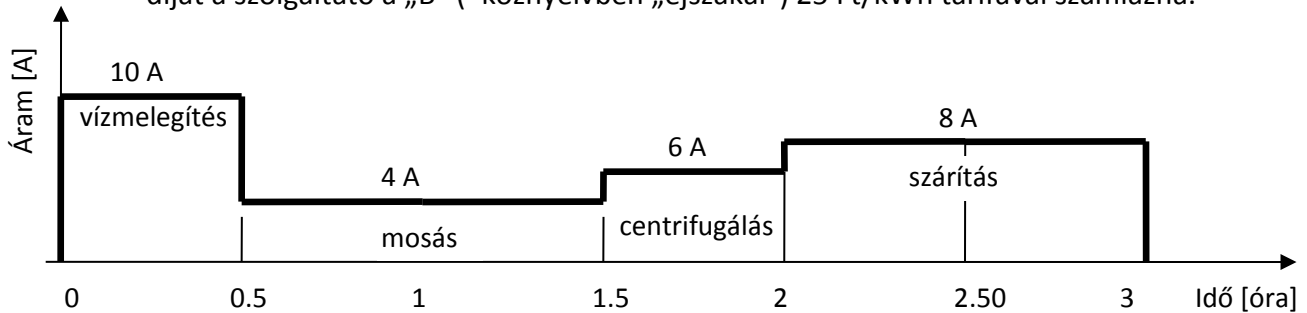


(trafó csillagpontok 4 pont, 2 feszforrás dezaktiválás 2 pont)

4. Egy háztartási mosó-szárítógép áramfelvétele az alábbi diagrammal jellemezhető.

(8 pont)

- Számítsa ki egy teljes ciklus villamosenergia-költségét, ha a készülék névleges feszültsége 230 V és a villamosenergia-díja 45 Ft/kWh. A mosási és centrifugálási időszakban a teljesítménytényező 0,7-nek, a vízmelegítési és a szárítási időszakban 1-nek vehető.
- Számítsa ki, hogy hetente 4 mosással számolva mennyi villamosenergia-díjat tudna megspórolni a vizsgált háztartás egy évben, ha a mosást éjszaka végeznék és ennek díját a szolgáltató a „B” (=köznyelvben „éjszakai”) 25 Ft/kWh tarifával számlázná.



#MEGOLDÁS:

Az egyes ciklusok energiafogyasztása:

(4 pont)

$$E_{vm} = UI_{vm} \cos \varphi_{vm} t_{vm} = 230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} \cdot 1 \cdot 0,5 \text{ h} = 1150 \text{ Wh}$$

$$E_{mos} = UI_{mos} \cos \varphi_{mos} t_{mos} = 230 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} \cdot 0,7 \cdot 1 \text{ h} = 644 \text{ Wh}$$

$$E_{cent} = UI_{cent} \cos \varphi_{cent} t_{cent} = 230 \text{ V} \cdot 6 \text{ A} \cdot 0,7 \cdot 0,5 \text{ h} = 483 \text{ Wh}$$

$$E_{sz} = UI_{sz} \cos \varphi_{sz} t_{sz} = 230 \text{ V} \cdot 8 \text{ A} \cdot 1 \cdot 1 \text{ h} = 1840 \text{ Wh}$$

A teljes energiafogyasztás és költsége:

(2 pont)

$$\Sigma E = E_{vm} + E_{mos} + E_{cent} + E_{sz} = 1150 + 644 + 483 + 1840 = 4117 \text{ Wh}$$

$$C = c \Sigma E = 45 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \cdot 4117 \text{ Wh} = 185,3 \text{ Ft}$$

Az éves energiafogyasztás és a megtakarítás:

(1+1 pont)

$$E_{év} = 52 \cdot 4 \cdot 4117 \text{ Wh} = 856\,336 \text{ Wh}$$

$$S = E_{év} (c_A - c_B) = 856,336 \text{ kWh} \left(45 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} - 25 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \right) = 17\,126,72 \text{ Ft}$$

5. Számítsa ki a „A” gyűjtősinen mérhető fázisáramok komplex effektív értékét (kA-ben)! A hálózati elemek adatai viszonylagos egységekben:

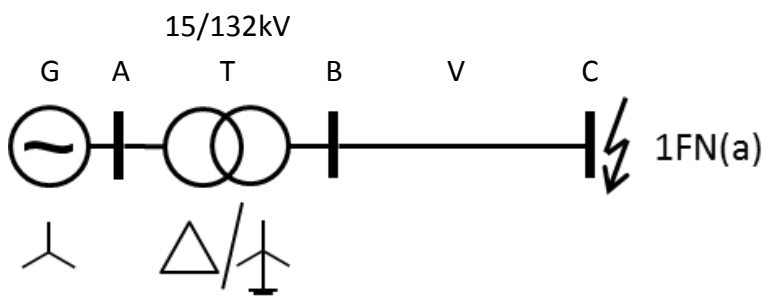
$$u_1^G=1; \quad x_1^G=x_2^G=0,1; \quad x_1^{Tr}=x_2^{Tr}=x_0^{Tr}=0,1; \quad x_1^V=x_2^V=0,15; \quad x_0^V=0,45.$$

Az A sínen felvett viszonyítási alappennyiségek:

$$U_{\text{alap}}^A = 15 \text{ kV}, \quad S_{\text{alap}} = 150 \text{ MVA}.$$

A transzformátor kapcsolási csoportja Yd7.

(12 pont)



Sorrendi hálózatok, sorba kötés:

(1+1 pont)

Áram képlet és számítás

(1+1 pont)

$$i_1 = \frac{u_1^G}{j(x_1^G + x_1^{Tr} + x_1^V + x_2^G + x_2^{Tr} + x_2^V + x_0^{Tr} + x_0^V)} = \frac{1}{j1,25} = -0,8j$$

$$i_2 = i_0 = i_1$$

(1pont) a B sínen

Transzformátor forgatás figyelembevétele az A sínré (3 pont):

$$i_0^A = 0$$

$$i_1^A = i_1^B e^{-j \cdot 7 \cdot 30^\circ} = 0,8e^{j60^\circ}$$

$$i_2^A = i_2^B e^{j \cdot 7 \cdot 30^\circ} = 0,8e^{j120^\circ}$$

Fázisáramok számítása

(2 pont)

$$\begin{bmatrix} i_a^A \\ i_b^A \\ i_c^A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ i_1^A \\ i_2^A \end{bmatrix}$$

$$i_a^A = j1,386 = 1,39 \exp(+j90^\circ)$$

$$i_b^A = -j1,386 = 1,39 \exp(-j90^\circ)$$

$$i_c^A = 0$$

Vissza dimenzionális mennyiségekre:

(1+2x0,5 pont)

(1,5 pont)

$$I_{\text{alap}}^A = \frac{S_{\text{alap}}}{\sqrt{3} U_{\text{alap}}^A} = \frac{150 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 5,774 \text{ kA}$$

(1pont)

$$I_a^A = I_a^A \cdot I_{\text{alap}}^A = j8 \text{ kA} = 8 \exp(+j90^\circ) \text{ kA}$$

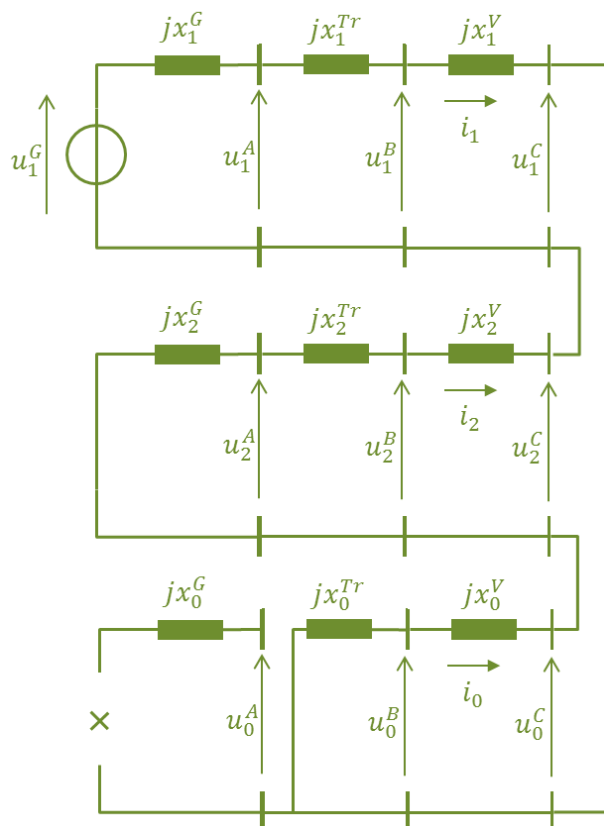
$$I_b^A = I_b^A \cdot I_{\text{alap}}^A = -j8 \text{ kA} = 8 \exp(-j90^\circ) \text{ kA}$$

$$I_c^A = I_c^A \cdot I_{\text{alap}}^A = 0 \text{ kA}$$

(1pont)

Típushibák

Zérus sorrend átvitele	-2 pont
Forgatás elhagyása	-3 pont



2013. április 22.

1.1. Adja meg az egyfázisú hatásos teljesítmény kifejezését, ha adott a fázisfeszültség (U_f) és fázisáram effektív értéke (I_n), valamint a teljesítménytényező ($\cos\varphi$)!

$$P_{1f} = U_f I_n \cos\varphi$$

1.2. Adott egy hálózati elem alábbi szimmetrikus impedancia mátrixa ($Z_{00} \neq Z_{11} \neq Z_{22}$)! A megadottak közül jellegre melyik mátrix írja le a legjobban a fázisimpedancia mátrixot!

$$\begin{bmatrix} Z_{00} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{11} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{22} \end{bmatrix}$$

A. $\begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} \end{bmatrix}$

B. $\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}n} & Z_m & Z_n \\ Z_n & Z_{\ddot{o}n} & Z_m \\ Z_m & Z_n & Z_{\ddot{o}n} \end{bmatrix}$

C. $\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}n} & Z_{k\ddot{o}} & Z_{k\ddot{o}} \\ Z_{k\ddot{o}} & Z_{\ddot{o}n} & Z_{k\ddot{o}} \\ Z_{k\ddot{o}} & Z_{k\ddot{o}} & Z_{\ddot{o}n} \end{bmatrix}$

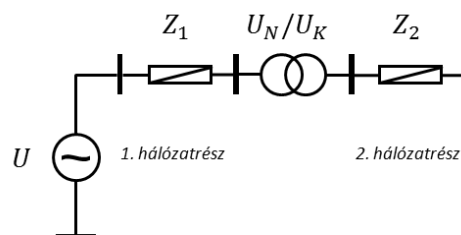
1.3. Adott az alábbi hálózat, az 1. hálózatrészben a megválasztott alapegységek: $U_{alap,1} = 410$ kV (vonali), $S_{alap} = 250$ MVA (3f). A transzformátor áttétele 400/120 kV. Határozza meg a 2. hálózatrészben található $Z_2 = j50 \Omega$ impedancia értékét viszonylagos egységben!

$$N = \frac{U_K}{U_N} = \frac{120 \text{ kV}}{400 \text{ kV}} = 0,3$$

$$U_{alap,2} = U_{alap,1} \cdot N = 410 \text{ kV} \cdot 0,3 = 123 \text{ kV}$$

$$Z_{alap,2} = \frac{U_{alap,2}^2}{S_{alap}} = \frac{(123 \text{ kV})^2}{250 \text{ MVA}} = 60,516 \Omega$$

$$z_2 = \frac{Z_2}{Z_{alap,2}} = \frac{j50 \Omega}{60,516 \Omega} = j0,826$$



1.4. Adottak az alábbi szimmetrikus összetevő áramok:

$I_0 = 3$ A, $I_1 = 18$ A, $I_2 = 3$ A. (Az áramok fázisszöge 0° .) Határozza meg az 'a' fázisban folyó áram értékét!

$$I_a = I_0 + I_1 + I_2 = 3 + 18 + 3 = 24 \text{ A}$$

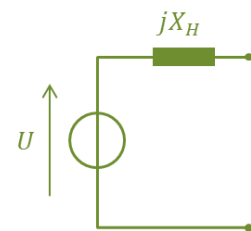
1.5. Az alábbi állításokról döntse el: IGAZ vagy HAMIS?

A hazai átviteli hálózat jellemző feszültség szintje 400 kV és 220 kV.	IGAZ
Magyarország első szivattyús tározós erőműve már több éve segít a rendszerszabályozásban.	HAMIS
Hazánk fosszilis tüzelésű erőműveinek jellemző üzemanyaga az olaj.	HAMIS
A fotoelektromos villamosenergia-termelés hatásfoka kiemelkedően jobb a többi technológiához képest.	HAMIS

1.6. Egy hálózati táppont névleges vonali feszültsége 20 kV, (háromfázisú) rövidzárlati teljesítménye 60 MVA. Rajzolja fel a pozitív sorrendű modellt, és számolja ki paramétereit!

$$U = \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{20 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 11,55 \text{ kV}$$

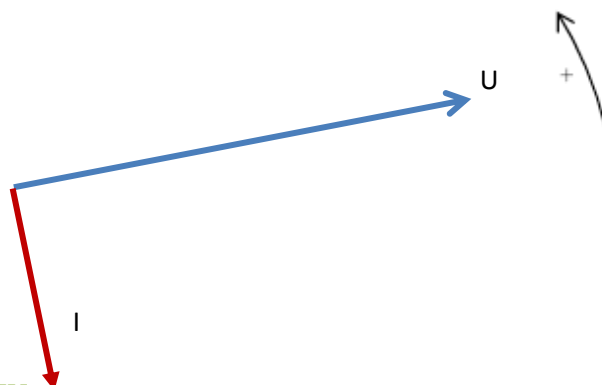
$$X_h = \frac{U_n^2}{S_z} = \frac{(20 \text{ kV})^2}{60 \text{ MVA}} = 6,67 \Omega$$



1.7. Az alábbi állítások közül karikázza be az IGAZ állításokat!

- A. Egy induktív fogyasztó meddő teljesítményt vesz fel.
(Fogyasztói pozitív irányrendszerben $Q > 0$).
- B. Egy kapacitív fogyasztó komplex teljesítményének szöge pozitív.
(Fogyasztói pozitív irányrendszerben.)
- C. Egy kapacitív fogyasztó impedanciájának szöge negatív.

1.8. Egy tekercs induktivitása 200 mH. A tekercsen 325 V csúcsértékű 50 Hz frekvenciájú váltakozó feszültség esik. Rajzolja be az alábbi fázorábrába a tekercs áramát, és adja meg az áram- és feszültségfázorok hosszát (vagyis az áram és feszültség effektív értékét)!

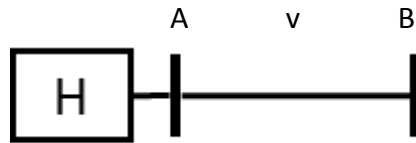


#MEGOLDÁS:

$$|U| = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{325 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 229,8097 \text{ V}$$

$$I = U / j\omega L \rightarrow |I| = |U| / 2\pi f L = 229,8097 \text{ V} / (2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 200 \text{ mH}) = 3,66 \text{ A}$$

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



#MEGOLDÁS:

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

1.10. Egy 400 W összteljesítményű 24 V egyenfeszültségről működő vészvilágítás 1,2 órán át kell, hogy kitartson. Mekkora kapacitása (Ah-ban) legyen az akkumulátor, ha feltesszük, hogy a hatásfoka 88%?

$$E = \frac{P_t}{\eta} = \frac{400\text{ W} \cdot 1,2\text{ h}}{0,88} = 545,45\text{ Wh}$$

$$C = \frac{E}{U} = \frac{545,45\text{ Wh}}{24\text{ V}} = 22,73\text{ Ah}$$

2. Az alábbi hálózatok/hálózatrészek milyen csillagponttal üzemelnek?

(10 pont)

Erőművi szinkrongenerátor	szigetelt
Nagyfeszültségű átviteli hálózat	hatásosan földelt
Középfeszültségű szabadvezeték hálózat	Petersen tekercsen át földelt (kompenzált)
Középfeszültségű kábelhálózat	Kis ellenálláson át földelt (hosszú földelés)
Kisfeszültségű hálózat	Mereven földelt

5x1 pont

A nagyfeszültségű hálózat, a középfeszültségű szabadvezeték hálózat és a középfeszültségű kábelhálózat csillagpontkezelési módszereit hasonlítsa össze az alábbi szempontok szerint:

	1FN zárlat esetén az ép fázisok állandósult állapotbeli feszültsége a névleges fázisfeszültség hányszorosa?	1FN földzárlati áram nagysága (nagyságrend, [A])	A zárlatos vonal kiválasztása („könnyen lehetséges” / „nehéz”)
nagyfeszültségű	1..1,4	több 100, több 1000, „nagy”	könnyen lehetséges
középfeszültségű szabadvezeték	akár $\sqrt{3}$	~10	nehéz
középfeszültségű kábel	$\sqrt{3}$	~100	könnyen lehetséges

Max. 5 pont, rossz válaszáért 0,5pont levonás

3. Egy háromfázisú, szimmetrikus, induktív fogyasztó névleges adatai: névleges vonali feszültség, névleges háromfázisú látszólagos teljesítmény és teljesítménytényező. Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű modelljét és határozza meg annak paramétereit (a névleges adatok felhasználásával), ha a fogyasztót

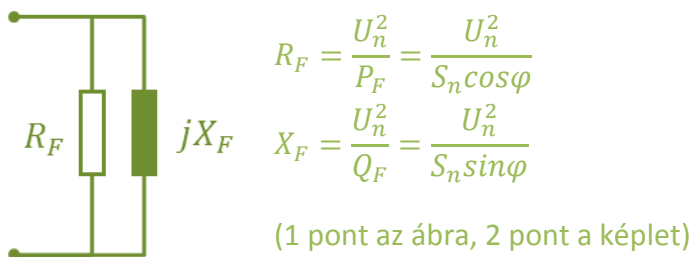
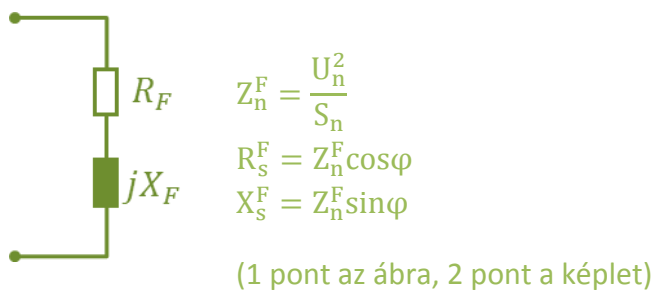
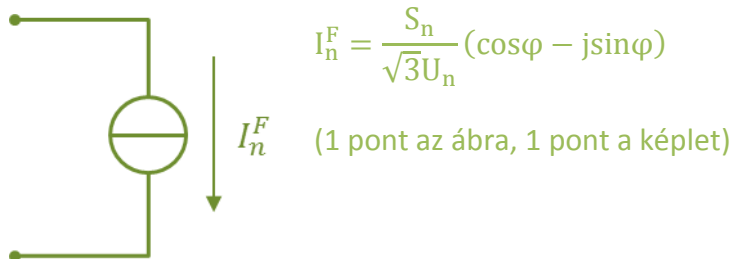
a) áramtartónak

b) impedanciatartónak (soros modell)

c) impedanciatartónak (párhuzamos modell)

feltételezzük!

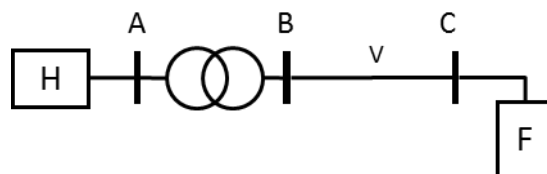
(8 pont)



4. Adott az alábbi háromfázisú hálózat. A transzformátor kisfeszültségű oldalára egy vezetéken keresztül egy (impedanciatartó) fogyasztó csatlakozik.

- Mekkora feszültség jut a fogyasztóra, ha a hálózat névleges feszültségen üzemel?
- Mennyi a vezetéken disszipálódó háromfázisú veszteség?
- Határozza meg a hálózathoz betáplált hatásos és meddő teljesítményt!

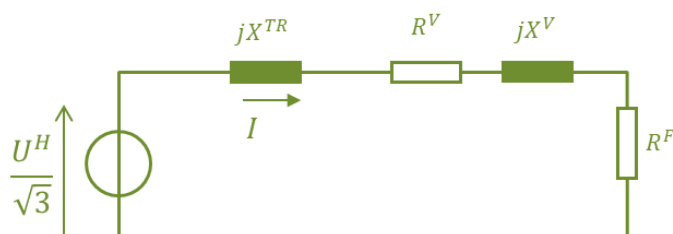
(A hálózat szimmetrikus, a kisebb feszültségű oldalra redukálja a hálózatot!) (12 pont)



$$\begin{array}{llll} U_n^H = 20 \text{ kV} & 20/0,4 \text{ kV} & Z^V & U_n^F = 0,4 \text{ kV} \\ S_z^H = \infty & S_n^{TR} & = 0,16 & S_n^F \\ & = 160 \text{ kVA} & + j0,16 \Omega & = 75 \text{ kVA} \\ & \varepsilon = 6\% & & \cos\varphi = 1 \end{array}$$

A pozitív sorrendű hálózat felrajzolása

(1 pont)



Az elemek értékei (közös feszültség a 0,4kV)

(2 pont):

$$\frac{U^H}{\sqrt{3}} = \frac{0,4 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 231 \text{ V}$$

$$X^{TR} = \frac{\varepsilon}{100} \frac{U_n^{TR2}}{S_n^{TR}} = \frac{6}{100} \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{160 \text{ kVA}} = 0,06 \Omega$$

$$R^F = \frac{U_n^{F2}}{S_n^F} = \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{75 \text{ kVA}} = 2,13 \Omega$$

A hálózatban folyó áram:

(2 pont)

$$I = \frac{\frac{U_n^H}{\sqrt{3}}}{jX^{TR} + R^V + jX^V + R^F} = \frac{231 \text{ V}}{(j0,06 + 0,16 + j0,16 + 2,13)\Omega} = \frac{231 \text{ V}}{2,29 + j0,22\Omega} = 99,78 - j9,57 \text{ A} \\ = 100,24 \exp(-j5,48^\circ) \text{ A}$$

A fogyasztóra eső feszültség (komplex feszültségosztással is megkapható):

(1 pont)

$$U^F = R^F I = 2,13 \Omega \cdot 100,24 \exp(-j5,48^\circ) \text{ A} = 213,85 \exp(-j5,48^\circ) \text{ V}$$

A vezetéken disszipálódó veszteség:

(3 pont)

$$P_V = 3R^V |I|^2 = 3 \cdot 0,16 \Omega \cdot (100,2 \text{ A})^2 = 4,82 \text{ kW}$$

A hálózathoz betáplált teljesítmény (nem szükséges átszámolni az áttételt, mivel a teljesítmény ugyanannyi, ha átszámolta, persze nem baj...):

(3 pont)

$$S^H = \sqrt{3} U_n^H I^* = \sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV} \cdot 99,78 + j9,57 \text{ A} = 69,13 + j6,63 \text{ kVA}$$

Tehát a hatásos és meddő teljesítmény:

$$P^H = 69,1 \text{ kW}, \quad Q^H = 6,6 \text{ kvar}$$

Típushibák:

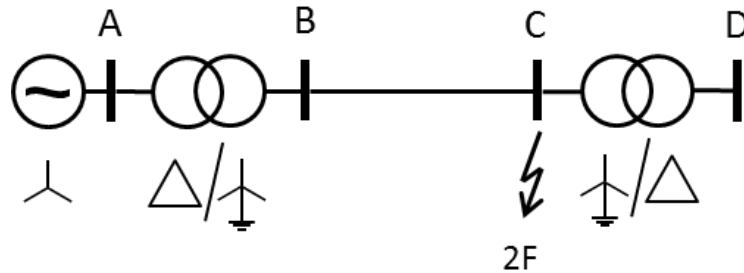
Vonali feszültséggel számol a hálózatban	-4 pont
Veszteséget rossz képlettel számolja	-3 pont
Komplex teljesítménynél nem konjugált	-2 pont

5. Az alábbi hálózaton a „C” sínen üresjárásból 2F(b,c) zárlat lép fel. A hálózat paraméterei:

$$u_1^G=1; \quad x_1^G=0,15, \quad x_2^G=0,05; \quad x_1^{Tr1}=x_2^{Tr1}=x_0^{Tr1}=0,1;$$

$$x_1^V=x_2^V=0,05, \quad x_0^V=0,15; \quad x_1^{Tr2}=x_2^{Tr2}=x_0^{Tr2}=0,1;$$

Határozza meg viszonylagos egységben az B gyűjtősínen mérhető fázisfeszültségek effektív értékét! (10 pont)



A pozitív-negatív sorrendű modellek felrajzolása (2x1 pont), helyes összekötése (1 pont)

Zárlati áram számítása:

$$i_1 = \frac{u_1^G}{jx_1^G + jx_1^{Tr1} + jx_1^V + jx_2^G + jx_2^{Tr1} + jx_2^V} = \frac{1}{j(0,15 + 0,1 + 0,05 + 0,05 + 0,1 + 0,05)}$$

$$= -j2,000$$

(1 pont a képlet, 1 pont a számítás)

Az 'B' sín feszültségének szimmetrikus összetevői:

$$u_1^B = u_1^G - (jx_1^G + jx_1^{Tr1})i_1 = 1 - (j0,15 + j0,1)(-j2,000) = 0,500$$

$$u_2^B = -(jx_2^G + jx_2^{Tr1})i_2 = (jx_2^G + jx_2^{Tr1})i_1 = (j0,05 + j0,1)(-j2,000) = 0,300$$

$$u_0^B = 0$$

(2 pont)

A fázisfeszültségek így:

$$u_a^B = u_0^B + u_1^B + u_2^B = 0 + 0,500 + 0,300 = 0,80$$

$$u_b^B = u_0^B + a^2 u_1^B + a u_2^B = 0 + -0,250 + j0,433 + -0,150 - j0,260 = -0,400 - j0,173$$

$$= 0,436e^{-j156,59^\circ}$$

$$u_c^B = u_0^B + a u_1^B + a^2 u_2^B = 0 + -0,250 - j0,433 + -0,150 + j0,260 = -0,400 + j0,173$$

$$= 0,436e^{j156,59^\circ}$$

(3 pont)

A feszültségek effektív értéke így:

