

NÉV:..... Terem, Ülőhely:

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	

Gyakorlat időpontja, vezetője:

Osztályozás: 40% alatt: 1, 40..54%: 2, 55%-69%: 3, 70%-84%: 4, 85%-tól: 5.

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

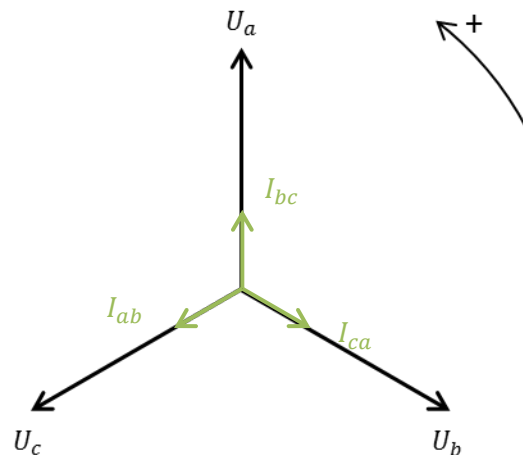
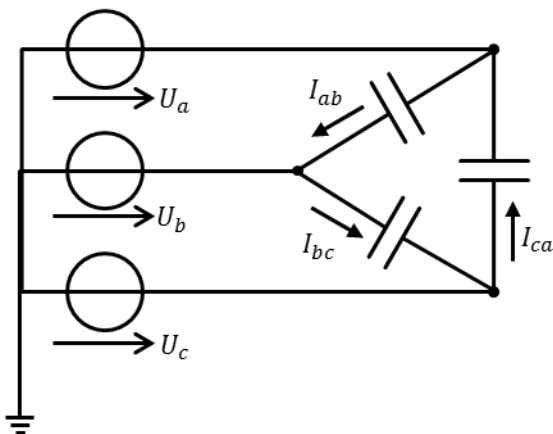
1. feladat

(10 pont)

1.1. A magyar villamosenergia rendszer csúcsterhelése kb.

- 6,2 GW
- 7,2 GW**
- 8,2 GW
- 9,2 GW

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



1.3 Az alábbi állításokról döntse el: IGAZ vagy HAMIS?

A kisfeszültségű transzformátorok 0,4 kV-os oldala jellemzően delta tekercselésű.	HAMIS
Középfeszültségű kompenzált hálózaton bekövetkező 1FN zárlat a kisfeszültségről táplált fogyasztók ellátásában nem okoz zavart.	IGAZ
Középfeszültségű kábelhálózat csillagpontját rendszerint kis (25 - 50 Ω-os) ellenálláson át földelik.	IGAZ
Egy háztartás éves villamosenergia fogyasztása Magyarországon átlagosan 2600-2900 kWh.	IGAZ

1.4 Adott egy vezeték alábbi fázis impedancia mátrixa. Határozza meg a vezeték szimmetrikus impedancia mátrixának értékeit!

$$\begin{bmatrix} Z_{\text{ön}} & Z_k & Z_k \\ Z_k & Z_{\text{ön}} & Z_k \\ Z_k & Z_k & Z_{\text{ön}} \end{bmatrix}$$

$$Z_{\text{ön}} = 0,9 + 2,2j \, \Omega, \quad Z_k = 0,35 + 0,9j \, \Omega$$

Mivel Z_{ff} ciklikus és szimmetrikus, ezért az impedancia mátrix:

$$\begin{bmatrix} Z_0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_1 \end{bmatrix}$$

$$Z_0 = Z_{\text{ön}} + 2Z_k = 0,9 + 2,2j\Omega + 2 \cdot 0,35 + 0,9j\Omega = 1,6 + 4j\Omega$$

$$Z_1 = Z_{\text{ön}} - Z_k = 0,9 + 2,2j\Omega - 0,35 + 0,9j\Omega = 0,55 + 1,3j\Omega$$

1.5 Egy 20/0,4 kV-os, Dy5 transzformátor kisebb feszültségű oldalán a szimmetrikus összetevő áramok: $I_0 = 5 \text{ A}$, $I_1 = 360 \text{ A}$, $I_2 = 8 \text{ A}$. Határozza meg a nagyobb feszültségű oldalon mérhető áramok zérus és pozitív sorrendű összetevőit!

Zérus sorrendű összetevő nem megy át a delta oldalra:

$$I_0^N = 0 \text{ A}$$

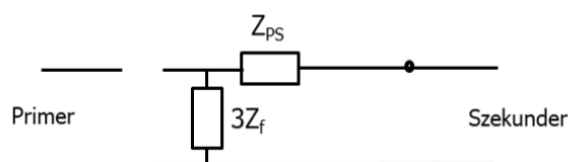
Pozitív sorrendű összetevő áttétele és forgatása:

$$I_1^N = I_1^K \cdot \frac{0,4 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} \cdot e^{+j \cdot 5 \cdot 30^\circ} = -6,24 + 3,60j \text{ A} = 7,20 \exp(+j150^\circ) \text{ A}$$

1.6 Az alábbi állítások közül karikázza be az IGAZ állításokat!

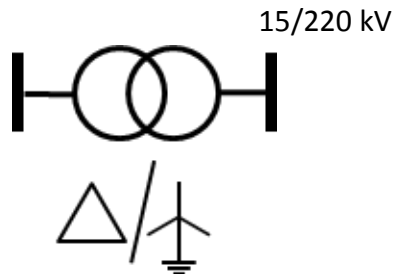
- A. A „hosszú földelés” ellenálláson keresztüli földelést jelent.
- B. A kompenzált csillagpont kezelés a szigetelthez képest növeli az egyfázisú földzárlati áramot.
- C. 20 kV-os kompenzált szabadvezeték hálózaton bekövetkező íves földzárlat nagy valószínűséggel magától megszűnik.

1.7 Milyen kapcsolási csoportú transzformátor helyettesítő képe látható az ábrán?

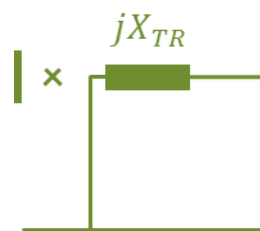


Dyg

1.8 Az ábrán látható transzformátor névleges teljesítménye 140 MVA, rövidzárási feszültségesése 12%. (A transzformátor kisebb feszültségű oldalán $U_{alap} = 15$ kV, $S_{alap} = 140$ MVA.) Határozza meg a transzformátor zérus sorrendű modelljét és paramétereit ($x_0 = x_1$)!!



$$U_{alap} = U_n, S_{alap} = S_n \rightarrow x_{TR} = \frac{\varepsilon}{100} = 12\%$$



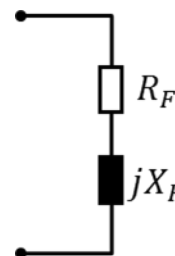
1.9. Egy (háromfázisú) fogyasztó névleges feszültsége 0,4 kV, névleges teljesítménye 5 kVA, teljesítménytényezője ($\cos\varphi$) 0,8 (induktív). Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű impedanciatartó modelljét (soros RX), és számolja ki a helyettesítő kép elemeinek paramétereit!

MEGOLDÁS:

$$|Z_F| = \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{0,4kV^2}{0,005MVA} = 32\Omega$$

$$R_F = |Z_F| \cos\varphi = 32 \cdot 0,8 = 25,60\Omega$$

$$X_F = |Z_F| \sin\varphi = 32 \cdot 0,6 = 19,20\Omega$$



1.10 Egy hálózat csillagpontja 1000 Ω -os Petersen-tekerccsen keresztül van földelve. A vezetékek zérus sorrendű kapacitása $8 \frac{nF}{km}$. Határozzuk meg, hogy legfeljebb hány km kiterjedésű vezetékhalózat kompenzálására alkalmas a Petersen-tekerccs! (A transzformátor reaktanciáját elhanyagolhatjuk.)

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

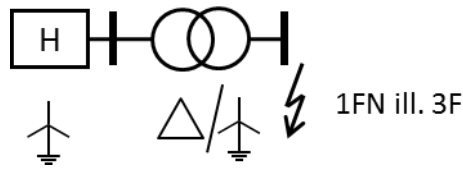
$$l = \frac{1}{3X_P \omega C'} = \frac{1}{3 \cdot 1000\Omega \cdot 100\pi \cdot 8 \frac{nF}{km}} = 132 \text{ km}$$

2. feladat

(10 pont)

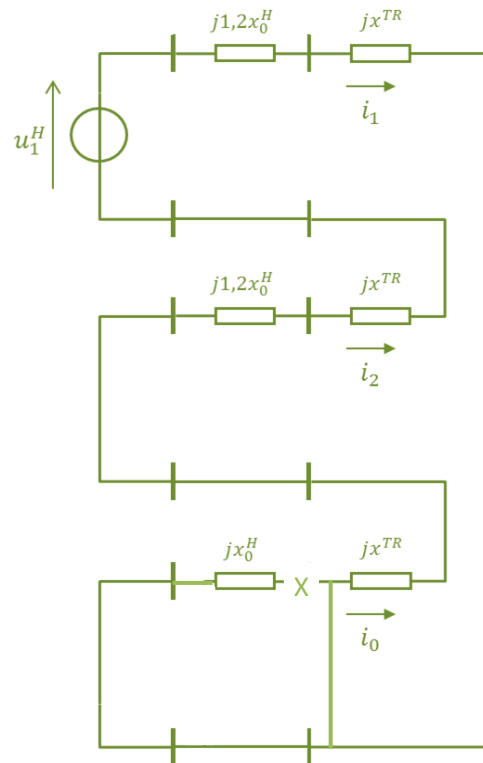
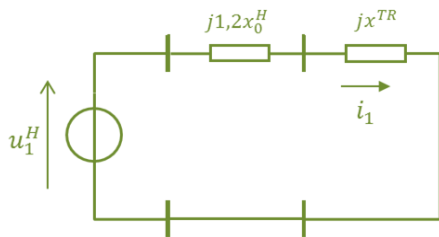
Állapítsa meg, hogy a hálózat jelölt helyén az 1FN(a), vagy a 3F zárlat adja-e a nagyobb zárlati áramot az 'a' fázisban! Tekintse adottnak az alábbi mennyiségeket!

$$x_1^H = x_2^H = 1,2x_0^H, \quad x_1^{TR} = x_2^{TR} = x_0^{TR}$$



A hálózat helyettesítése 1FN illetve 3F zárlatra:

(1+2 pont)



Az áramkörben folyó áramok:

(2+2 pont)

$$i_{1,3F} = \frac{u_1^H}{jx_1^H + jx^{TR}}, \quad i_{2,3F} = 0, \quad i_{0,3F} = 0$$

$$i_{1,1FN} = \frac{u_1^H}{j2x_1^H + j3x^{TR}}, \quad i_{2,1FN} = i_{1,1FN}, \quad i_{0,1FN} = i_{1,1FN}$$

A zárlati áramok:

(1+1 pont)

$$|i_{a,3F}| = \frac{u_1^H}{x_1^H + x^{TR}}$$

$$|i_{a,1FN}| = |i_{0,1FN} + i_{1,1FN} + i_{2,1FN}| = \frac{3u_1^H}{2x_1^H + 3x^{TR}} = \frac{u_1^H}{\frac{2}{3}x_0^H + x^{TR}}$$

Tehát:

(1 pont)

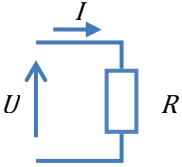

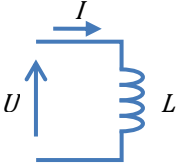
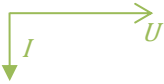
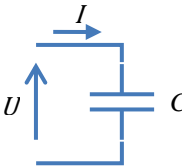

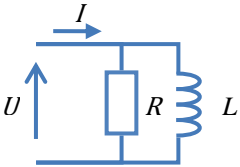

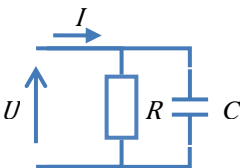

$$|i_{a,1FN}| > |i_{a,3F}|$$

3. feladat

(10 pont)

Töltse ki az alábbi táblázatot!

- A fázorábrák a kapcsolási rajzon berajzolt U és I fázorokat tartalmazzák!
- A fázisszög értékét az első három sorban pontosan adja meg, az utolsó két esetben csak az előjelét!
- A teljesítmények előjeleit a fogyasztói pozitív irány rendszer szerint értelmezze!

A fogyasztó típusa	U-I fázorábra	Áram fázisszög értéke (feszültséghez képest)	P előjele	Q előjele
		$\varphi = 0$	$P > 0$ +	$Q = 0$
		$\varphi = -\frac{\pi}{2}$	$P = 0$	$Q > 0$ +
		$\varphi = +\frac{\pi}{2}$	$P = 0$	$Q < 0$ -
		$\varphi < 0$ -	$P > 0$ +	$Q > 0$ +
		$\varphi > 0$ +	$P > 0$ +	$Q < 0$ -

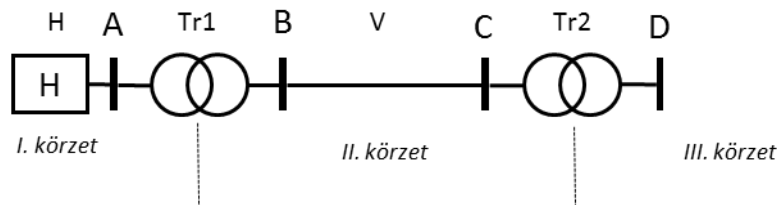
(mindegyikre 0,5 pont)

4. feladat

(10 pont)

Adott az alábbi hálózat és paraméterei. Legyen $S_{alap} = S_n^{Tr1}$, $U_{alap,I} = U_n^H$.

- a) A megadott alappmennyiségeknek megfelelően határozza meg a többi körzet feszültség- és impedanciaalapját!
- b) Adja meg az egyes hálózati elemek impedanciáját viszonylagos egységben!
- c) Számítsa ki a D sín háromfázisú zárlati teljesítményét MVA-ben!



$U_n^H = 400\text{kV}$ $400/132\text{kV}$ $l = 50\text{km}$ $120/20\text{kV}$
 $S_z^H = 8000\text{MVA}$ $S_n^{Tr1} = 250\text{MVA}$ $x^V = 0,3 \frac{\Omega}{\text{km}}$ $S_n^{Tr2} = 25\text{MVA}$
 $\epsilon = 12,5\%$ $\epsilon = 7,5\%$

a) Alappmennyiségek: (0,5 pont Zalap képlete, az öt ismeretlen érték 5x0,5 pont)

	I. körzet	II. körzet	III. körzet
U_{alap}	400 kV (adott)	132 kV	22 kV
S_{alap}	250 MVA (adott)		
$Z_{alap} = \frac{U_{alap}^2}{S_{alap}}$	640 Ω	69,7 Ω	1,94 Ω

b) Hálózati elemek impedanciája (4x1 pont)

$$X^H = \frac{U_n^H^2}{S_z^H} = \frac{(400 \text{ kV})^2}{8000 \text{ MVA}} = 20,0 \Omega \xrightarrow{Z_{alap,I}=640 \Omega} x^H = 0,031 \text{ v. e.}$$

$$X^{Tr1} = \frac{\epsilon^{Tr1} U_{nk}^{Tr1^2}}{100 S_n^{Tr1}} = \frac{12,5 (132 \text{ kV})^2}{100 \cdot 250 \text{ MVA}} = 8,712 \Omega \xrightarrow{Z_{alap,II}=69,7 \Omega} x^{Tr1} = 0,125 \text{ v. e.}$$

$$X^{Tr2} = \frac{\epsilon^{Tr2} U_{nk}^{Tr2^2}}{100 S_n^{Tr2}} = \frac{7,5 (20 \text{ kV})^2}{100 \cdot 25 \text{ MVA}} = 1,2 \Omega \xrightarrow{Z_{alap,III}=1,94 \Omega} x^{Tr2} = 0,62 \text{ v. e.}$$

$$X^V = l \cdot x^V = 50 \cdot 0,3 = 15,0 \Omega \xrightarrow{Z_{alap,II}=69,7 \Omega} x^V = 0,215 \text{ v. e.}$$

c) Zárlati áram számítása: (1 pont az i_z , 1 pont az s_z képlete, 1 pont a S_z)

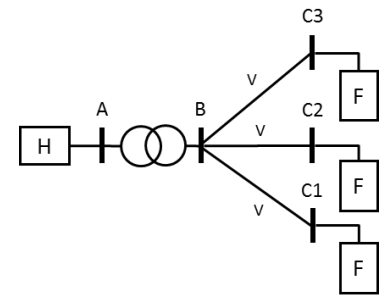
$$|i_z| = \frac{1}{x^H + x^{Tr1} + x^V + x^{Tr2}} = \frac{1}{0,031 + 0,125 + 0,215 + 0,62} = 1,009 \text{ v. e.}$$

$$S_z^D = u \cdot i_z = 1 \cdot 1,009 = 1,009 \xrightarrow{S_{alap}=250 \text{ MVA}} S_z^D = 252,2 \text{ MVA}$$

5. feladat

(10 pont)

Adott az alábbi háromfázisú hálózat. A transzformátor kisfeszültségű oldalára 3 vezeték csatlakozik, a vezetékek végén egy-egy (impedanciátartó) fogyasztó található. Mindegyik vezeték, illetve fogyasztó a táblázatban megadott paraméterekkel jellemezhető, tehát a transzformátorról leágazó 3 ág teljesen azonos. A hálózat névleges feszültségen üzemel.



- a) Mennyi a vezetékeken disszipálódó háromfázisú veszteség?
- b) Határozza meg a hálózatból betáplált háromfázisú komplex (látszólagos) teljesítményt!

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

$U_n^H = 20 \text{ kV}$ $S_z^H = \infty$	$20/0,4 \text{ kV}$ $S_n^{TR} = 160 \text{ kVA}$ $\varepsilon = 4\%$	$R^V = 0,15 \Omega$	$U_n^F = 0,4 \text{ kV}$ $S_n^F = 30 \text{ kVA}$ $\cos\varphi = 0,96 \text{ (ind.)}$
---	--	---------------------	---

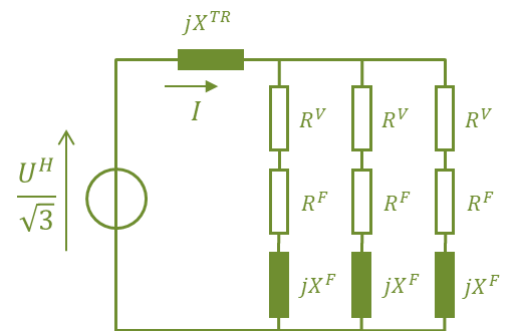
A hálózat modellje (2 pont):

A paraméterek (4x0,5pont):

$$\frac{U^H}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{20} \cdot \frac{U_n^H}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{20} \cdot \frac{20 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 0,220 \text{ kV}$$

$$X^{TR} = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{(U_{nK}^{TR})^2}{S_n^{TR}} = \frac{4}{100} \cdot \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{160 \text{ kVA}} = 0,0441 \Omega$$

$$R^F + jX^F = \frac{(U_n^F)^2}{S_n^F} (\cos\varphi + j\sin\varphi) = \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{30 \text{ kVA}} (0,96 + j0,28) = 5,12 + j1,49 \Omega$$



Egy fogyasztói ág impedanciája: (0,5 pont)

$$Z_{1\text{ág}} = R^V + R^F + jX^F = 0,15 + 5,12 + j1,49 \Omega = 5,27 + j1,49 \Omega$$

Három ág impedanciája így: (0,5 pont)

$$Z_{3\text{ág}} = \frac{Z_{1\text{ág}}}{3} = 1,76 + j0,50 \Omega$$

Így a hálózatból kifolyó áram: (1 pont)

$$I = \frac{U^H}{\sqrt{3} \cdot (jX^{TR} + Z_{3\text{ág}})} = \frac{0,220 \text{ kV}}{j0,0441 + 1,76 + j0,50 \Omega} = 114,59 - 35,35j \text{ A} = 119,91 \exp(-j17,14^\circ) \text{ A}$$

Ennek harmada folyik egy vezetéken, tehát a három vezetéken disszipálódó veszteség: (2 pont)

$$P_{\text{veszt},3\text{vez}} = 3P_{\text{veszt},1\text{vez}} = 3 \left(3R_v \left| \frac{I}{3} \right|^2 \right) = R_v |I|^2 = 0,15 \Omega \cdot (119,91 \text{ A})^2 = 2,16 \text{ kW}$$

A hálózatból betáplált komplex teljesítmény (az áttétel kiesik): (2 pont)

$$S^H = 3U^H I^* = 3 \cdot 0,220 \text{ kV} \cdot 119,91 \exp(+j17,14^\circ) \text{ A} = 79,30 \exp(+j17,14^\circ) \text{ kVA}$$

$$P^H = 75,78 \text{ kW}, \quad Q^H = 23,38 \text{ kvar}$$