

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

(8 pont)

1.1. A magyar villamosenergia rendszer csúcsterhelése kb.

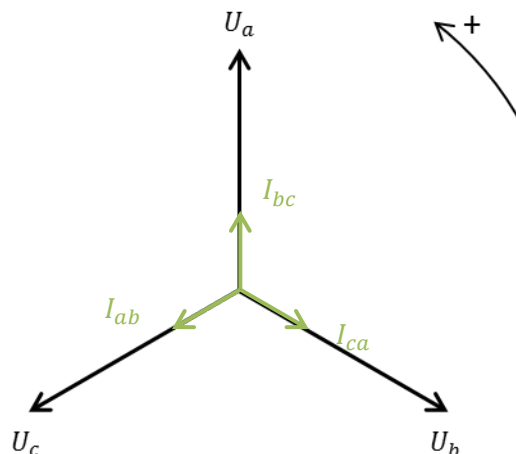
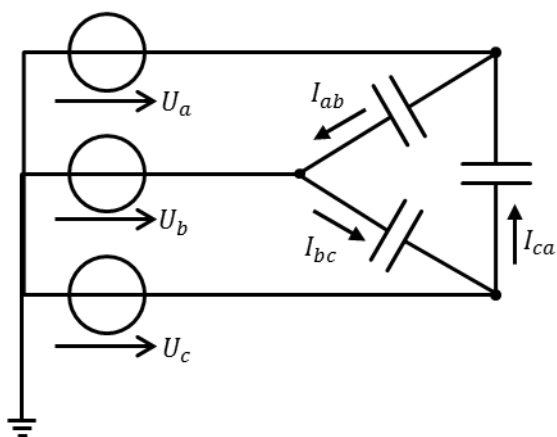
6,2 GW

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:

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

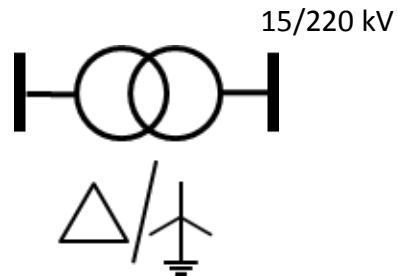
Pozitív sorrendű összetevő áttétele és forgatása:

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

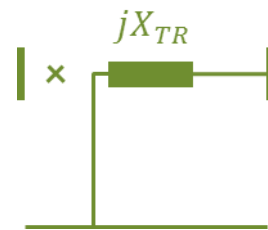
1.6 Az alábbi állítások közül karikázza be az IGAZ állításokat!

- 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 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 ($x_0 = x_1$)!!



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



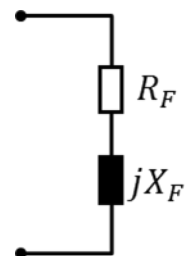
1.8. Egy (háromfázisú) fogyasztó névleges feszültsége 0,4 kV, névleges teljesítménye 5 kVA, teljesítménytényezője ($\cos\varphi$) 0,8 (induktív). Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű impedanciatartó modelljét (soros RX), és számolja ki a helyettesítő kép elemeinek paramétereit!

MEGOLDÁS:

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

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

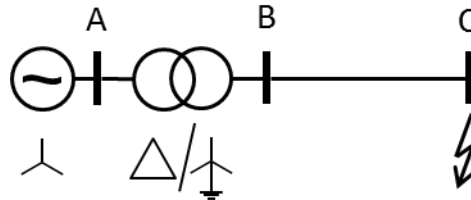
$$X_F = |Z_F|\sin\varphi = 32 \cdot 0,6 = 19,20\Omega$$



2. feladat

(10 pont)

Állapítsa meg, hogy az alábbi hálózat jelölt helyén bekövetkező 1FN(a), 2F(b,c) vagy a 3FN zárlat eredményez-e nagyobb zárlati áramot a zárlatos fázisokban! Válaszát röviden indokolja meg! $u^G = 1$, $x_1^G = x_2^G = 0,1$, $x_1^{TR} = x_2^{TR} = x_0^{TR} = 0,1$, $x_1^V = x_2^V = 0,05$, $x_0^V = 3x_1^V$



A sorrendi modellek felrajzolása

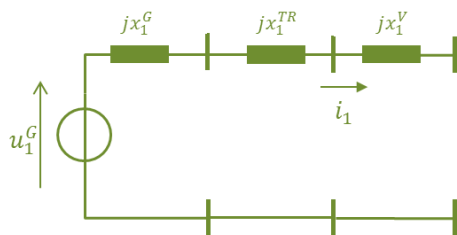
(2 pont)

1FN zárlat esetén sorba kötés, az áram: (1 pont a sorbakötés, 1 pont az i_{1FN} , 1 pont az i_a)

$$i_{1FN} = \frac{u_1^G}{j(x_1^G + x_2^G + x_1^{TR} + x_2^{TR} + x_0^{TR} + x_1^V + x_2^V + x_0^V)} = \frac{1}{j(2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05)} = -j1,33$$

$$i_1 = i_2 = i_0 = i_{1FN}$$

$$|i_{a,1FN}| = |3i_{1FN}| = \frac{1}{\frac{2}{3} \cdot 0,1 + \frac{3}{3} \cdot 0,1 + \frac{5}{3} \cdot 0,05} = 4,00$$



2F zárlat esetén pozitív és negatív párhuzamos kötése, az áram:

(1 pont a párh. kötés, 1 pont az i_{2F} , 1 pont az i_b)

$$i_{2F} = \frac{u_1^G}{j(x_1^G + x_2^G + x_1^{TR} + x_2^{TR} + x_1^V + x_2^V)} = \frac{1}{j(2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,05)} = -j2,00$$

$$i_1 = -i_2 = i_{2F}, \quad i_0 = 0$$

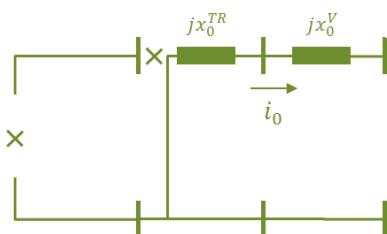
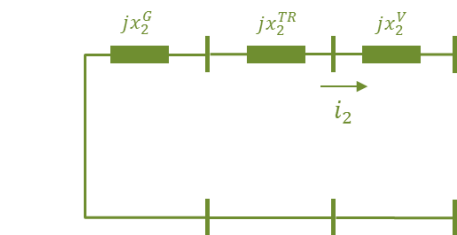
$$|i_{b,2F}| = |i_{2F}(a^2 - a)| = \frac{1}{\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 0,1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 0,1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 0,05} = 3,46$$

3F zárlat esetén csak pozitív sorrend: (1 pont az i_{3F} , 1 pont az i_a)

$$i_{3F} = \frac{u_1^G}{j(x_1^G + x_1^{TR} + x_1^V)} = \frac{1}{j(0,1 + 0,1 + 0,05)} = -j4,00$$

$$i_1 = i_{3F}, \quad i_0 = i_2 = 0$$

$$|i_{a,3F}| = |i_{3F}| = \frac{1}{0,1+0,1+0,05} = 4,0$$

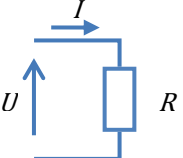

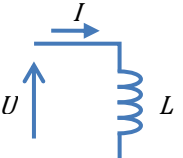
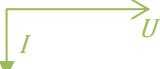
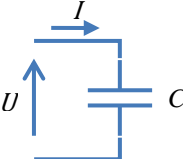

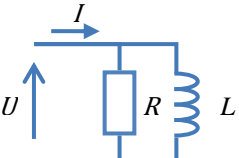

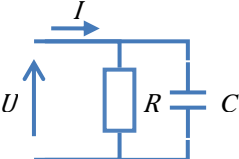



3. feladat

(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)

Az alábbi hálózatok/hálózatrészek milyen csillagponttal üzemelnek?

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

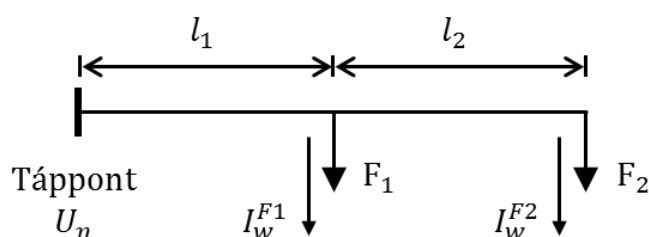
	1FN zárlat esetén az ép fázisok állandósult állapotbeli feszültsége a névleges fázisfeszültség hányszorosa?	1FN földzárlati áram nagysága (nagyságrend, [A])	A zárlatos vonal kiválasztása („könnyen lehetséges” / „nehéz”)
középfeszültségű szabadvezeték	$\sqrt{3}$	< 10	nehéz
középfeszültségű kábel	$\sqrt{3}$	100..150	könnyen lehetséges
nagyfeszültségű	1..1,4	több 100, több 1000, „nagy”	könnyen lehetséges

Max. 5 pont, ebből minden rossz válaszáért 0,5pont levonás (ha egy sem jó, akkor 0 pont)

5. feladat

(12 pont)

Számítsa ki az alábbi ábrán látható (háromfázisú) kisfeszültségű vezeték feszültségesés szempontjából szükséges minimális keresztmetszetét (a keresztmetszet végig azonos) és ellenőrizze áramterhelhetőségre! A táppont névleges vonali feszültsége 400 V. A vezeték engedett maximális feszültségesés 3%. Az ábrán jelölt távolságok: $l_1 = 70$ m, $l_2 = 30$ m. Az alkalmazandó vezeték (Al) anyagának fajlagos ellenállása: $0,0282 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Az induktív reaktancia értéke az ohmos ellenállás mellett elhanyagolható.



A szimmetrikus fogyasztók hatásos áramfelvétele fázisonként: $I_w^{F1} = 70$ A, $I_w^{F2} = 30$ A

A minimális keresztmetszet alapján válasszon az alábbi vezetékek közül! A megadott áramfelvétel esetén mekkora az így kiválasztott vezeték háromfázisú vesztesége?

A vezető keresztmetszete [mm ²]	A megengedett terhelés [A]
10	36
16	51
25	65
35	86
50	110

Legyen a keresett keresztmetszet: q [mm²]

Az l_2 szakaszon a feszültségesés: (2 pont)

$$\Delta U_2 = R_2 I_w^{F2} = \frac{\rho l_2}{q} \cdot I_w^{F2} = \frac{0,0282 \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 30 \text{ m}}{q} 30 \text{ A} = \frac{25,38 \text{ Vmm}^2}{q}$$

Az l_1 szakaszon a feszültségesés: (2 pont)

$$\Delta U_1 = R_1 I_w^{F1} = \frac{\rho l_1}{q} \cdot (I_w^{F1} + I_w^{F2}) = \frac{0,0282 \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 70 \text{ m}}{q} (70 + 30) \text{ A} = \frac{197,4 \text{ Vmm}^2}{q}$$

A maximális feszültségesés fázisban: (1 pont)

$$\Delta U_{\max} = 230 \text{ V} \cdot 3\% = 6,9 \text{ V}$$

Így a korlát:

$$\frac{\Delta U_1 + \Delta U_2}{q} < \Delta U_{\max} \quad (1 \text{ pont})$$

$$\frac{197,4 \text{ Vmm}^2}{q} + \frac{25,38 \text{ Vmm}^2}{q} < 6,9 \text{ V}$$

$$32,2 \text{ mm}^2 < q \quad (2 \text{ pont})$$

A választandó vezeték 35 mm^2 -es, ez viszont áramerhelhetőség szempontjából még nem megfelelő, ezért 50-es keresztmetszet szükséges. (2 pont)

Az ezen disszipálódó veszteség: (2 pont)

$$R_1 = \frac{l_1 \rho}{A} = \frac{70 \text{ m} \cdot 0,0282 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}}{50 \text{ mm}^2} = 0,0395 \Omega, R_2 = 0,0169 \Omega$$

$$P_v = 3 \cdot ((70 \text{ A} + 30 \text{ A})^2 \cdot 0,0395 \Omega + (30 \text{ A})^2 \cdot 0,0169 \Omega) = 3 \cdot (395 + 15) = 1230 \text{ W}$$