

Versenyzői kód:

	/	<b>14</b>	/	
--	---	-----------	---	--

2019. évi LXXX. törvény 11. § (2)  
5 0713 04 04 Erősáramú elektrotechnikus

## MAGYAR KERESKEDELMI ÉS IPARKAMARA

### Országos Szakmai Tanulmányi Verseny

#### Területi előválogató

### KOMPLEX ÍRÁSBELI FELADATSOR MEGOLDÁSA

Szakma:

5 0713 04 04 Erősáramú elektrotechnikus

KKK rendelet száma:

2019. évi LXXX. törvény 11. § (2) bekezdése szerint

Komplex írásbeli feladat:

Számolási, szerkesztési, szakrajzi feladatok megoldása elektrotechnika, elektronika, villamos gépek, villamos művek tananyagból.

Elérhető pontszám: 100 pont

Az írásbeli verseny időtartama: 180 perc

**2023.**

Javító neve	
Aláírása	

Elért pontszám	
----------------	--

## Fontos tudnivalók

### Kedves Versenyző!

Az írásbeli feladatsorban a feladatok között néhány esetben kapcsolat lehet! Javasoljuk, hogy először olvassa végig a feladatokat, a megoldást az Ön számára egyszerűbb kérdések megválaszolásával kezdje.

A feladatok megoldásánál ügyeljen a következők betartására:

- 1.) A feladatok megoldásához az íróeszközön és nem programozható számológépen kívül semmilyen más segédeszközt (pl. tankönyv, feladatgyűjtemény, stb.) nem használhat!
- 2.) A számítások elvégzésénél ügyeljen a következőkre:
  - a.) Számológépet használhat, de minden mellékszámításnál ki kell jelölnie a következőket:
    - a számított adat vagy mutató megnevezését,
    - a számítás módját (a matematikai művelet a rendelkezésre álló adatokkal felírva),
    - a kapott eredményt mértékegységével együtt.
  - b.) *Amennyiben ezeket a kijelöléseket nem végzi el, a feladat még akkor sem fogadható el, ha a megoldás egyébként helyes!*
  - c.) Kerekítési pontosság: legalább két tizedes, szögfüggvények értékeinél legalább három tizedes.
  - d.) A számításokhoz szükséges kiegészítő adatokat a feladatoknál megtalálja, ezekkel dolgozzon!
- 3.) *Ceruzával írt dolgozat nem fogadható el!*
- 4.) Ha valamely feladat megoldásánál téveszt és javítja önmagát, pontosan jelölje, hogy melyik megoldást hagyta meg. Ellenkező esetben a feladat nem ér pontot!
- 5.) Meg nem engedett segédeszköz használata a vizsgából való kizárást vonja maga után!
- 6.) *Rajzok készítésénél törekedjen a szabványos ábrázolási módok, szabványos rajzjelek használatára.*

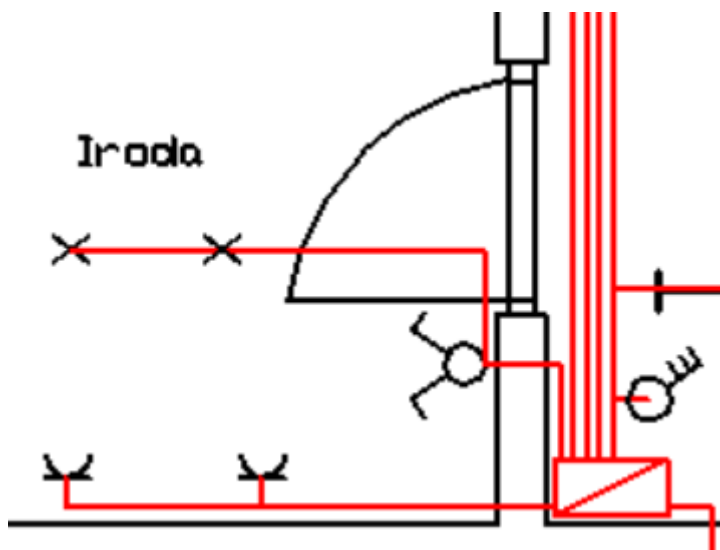
**Ügyeljen arra, hogy áttekinthetően és szép külalakkal dolgozzon!**

**Sikeres megoldást és jó munkát kívánunk!**

**1. Feladat**

**4 pont**

Az alábbi rajzon egy süllyesztett szerelés nyomvonalrajz részlete látható. A rajzrészlet alapján válaszoljon a kérdésekre!



Hány áramkör van az iroda helyiségben?

**2 áramkör**

Hány szerelvény dobozra (D65) van szükség a rajzrészlet alapján?

**4db**

Hány váltókapcsoló van a rajzon?

**0db**

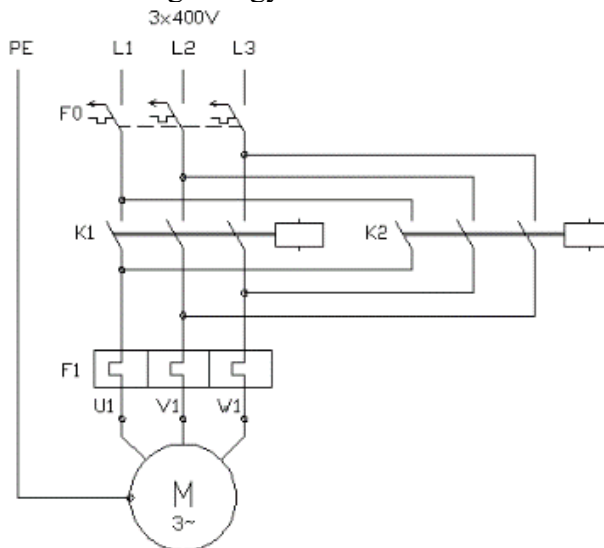
Hány kétáramkörös kapcsoló van a rajzon?

**1db**

**2. Feladat**

**5 pont**

A rajz alapján döntse el az állítások igaz vagy hamis voltát és aláhúzással jelölje!



A kapcsolás aszinkron motor csillag-delta indítása.

**igaz/hamis**

K1 és K2 mágneskapcsoló nem működhet egyszerre.

**igaz/hamis**

F1 készülék a motor túlterhelés elleni védelmét biztosítja.

**igaz/hamis**

A motor hibavédelme a kisméretű áram alkalmazása.

**igaz/hamis**

F0 készülék a motor túlfeszültség védelmét biztosítja.

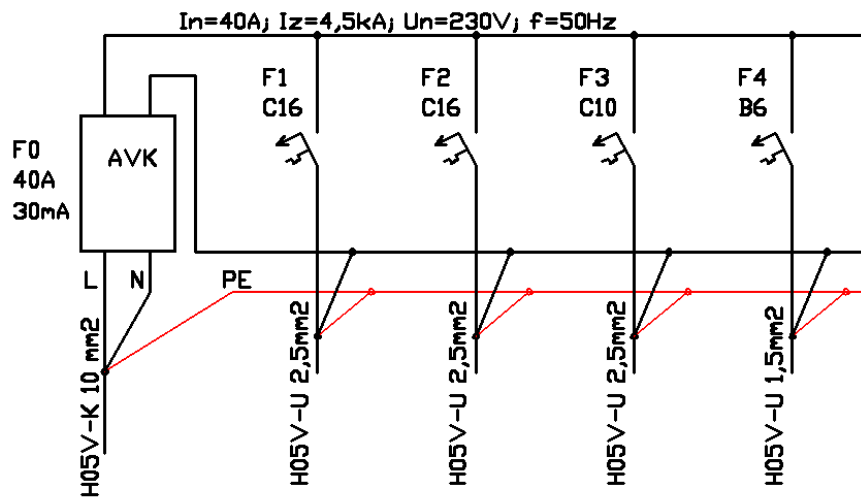
**igaz/hamis**

**3. Feladat****12 pont****Egészítse ki a mondatokat, hogy helyesek legyenek!***6x2 pont*

- Háromfázisú rendszerben csillagkapcsolás esetén a vonali áram és a fázis áram **megegyezik**.
- Az IPX4 védelem azt jelenti, hogy a szerkezet **bármely irányból freccsenő víz** ellen védett.
- A **PEN** vezető szabványos színjelölése a vezető zöld/sárga színezésű a végeken kék jelöléssel vagy a vezető kék színű a végeken zöld/sárga jelöléssel.
- A **gG/gL** jellegű olvadóbiztosító teljes tartományú túláram védelemre, vagyis zárlatvédelmére és kisigényű eszközök túlterhelés védelmére alkalmas.
- Az MSZ HD 60364-6:2017 szabvány szerint, ha a háromfázisú berendezés névleges feszültsége 400V a szigetelési ellenállásmérés mérő feszültsége **500V** legyen.
- Az **I** érintésvédelmi osztályú készülékek alapvető érintésvédelmi (áramütés elleni védelem) megoldása a táplálás önműködő lekapcsolása.

**4. Feladat**

A rajzon egy elosztó áramút rajza látható. Tanulmányozza a rajzot és oldja meg a feladatokat!



a) A rajzon egy elosztó áramút rajza látható. A rajz alapján válaszoljon a kérdésekre!

**4 pont**

A H05V-U 2,5 vezeték jelölésben mit jelent a „U” betű?  
**a vezető tömör, a vezeték rögzített szerelésre alkalmas**

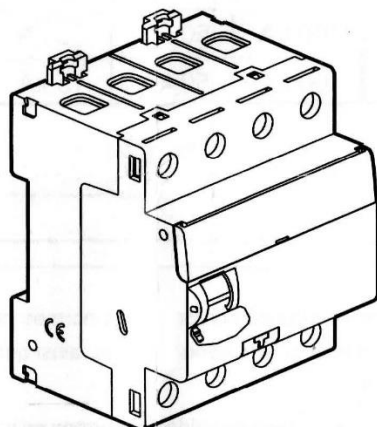
Milyen rendszerű az elosztó? (IT; TT; TN-S; TN-C; TN-C-S)  
**TN-S**

Van-e a rajzon túlfeszültség-levezető? Ha van, írja ide a betű jelét!  
**nincs**

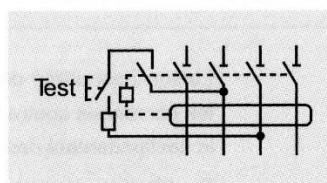
Mekkora az elosztó zárlati szilárdsága?  
**4,5kA**

b) Adja meg a képen látható készülék jellemzőit:

**4 pont**



**4P**  
**4500A**  
**400V**  
**63A**  
**100mA**



névleges különözeti kioldóáram

**100mA**

névleges áram

**63A**

pólusszám

**4**

típus, jelleg

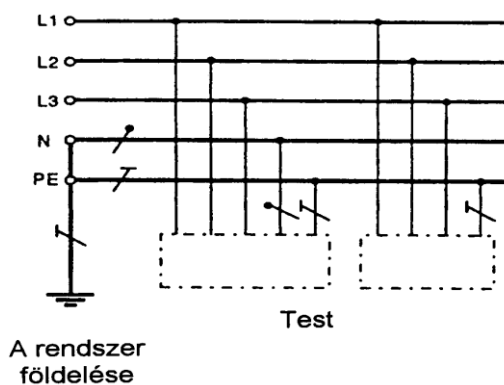
**"AC"**

**5. Feladat**

**6 pont**

Készítsen vázlatot háromfázisú TN-S rendszer általános felépítéséről, és magyarázza a betűk, vagyis a TN-S jelentését, felépítését!

**Megoldás:**



**3 pont**

**TN-S**

**Első betű** az energia ellátó rendszer kapcsolata a földdel, T egy ponton közvetlenül földelt.

**Második betű** a villamos berendezés kapcsolata a földdel, N a villamos berendezés teste közvetlenül csatlakoznak az energiaellátó rendszer földelt pontjához (nulla vezetőhöz)

**S-elválasztott (separated)** A TN rendszer olyan kiviteli megoldása, amelynél a nulla és a védővezető különválasztott.

**3 pont**

**6. Feladat**

Egy háromfázisú aszinkronmotor adatai a következők:

Névleges fordulatszám:  $n_n = 725$  1/min,

Névleges teljesítmény:  $P_n = 37$  kW,

Névleges teljesítménytényező:  $\cos\varphi_n = 0,83$

Névleges hatásfok:  $\eta_n = 92\%$

Névleges feszültség:  $U_n = 3 \times 400$  V,  $f = 50$  Hz

*A ventilációs és csapágysúrlódási veszteségektől eltekintünk!*

a) Határozza meg a motor névleges forgató nyomatékát! **2 pont**

$$M = \frac{P_n}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_n}{60}} = \frac{37000}{2 \cdot \pi \cdot \frac{725}{60}} = 487,34 \text{ (Nm)}$$

b) Határozza meg a motor névleges szlipjét! **1 pont**

**A póluspár szám  $p=4$  mivel a szinkron fordulatszám 750 1/min**

**A névleges szlip:**

$$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{750 - 725}{750} = 0,0333$$

c) Határozza meg a motor névleges áramát!

**A névleges áram:**

**3 pont**

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi_n \cdot \frac{\eta_n}{100}} = \frac{37000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,83 \cdot \frac{92}{100}} = 69,94 \text{ (A)}$$

d) Mekkora áramra kell beállítani a motor túlterhelés elleni védelmét?

**1 pont**

**A túlterhelés védelmet a motor névleges áramára kell beállítani, tehát  $\approx 70$  A-re.**

e) Határozza meg a motor összes veszteségét! **2 pont**

$$P_V = \frac{P_n}{\frac{\eta_n}{100}} - P_n = \frac{37000}{\frac{92}{100}} - 37000 = 3217,4 \text{ (W)}$$

f) Határozza meg a motor névleges forgórész veszteségét! **2 pont**

$$P_{2V} = P_n \cdot \left( \frac{1}{1 - s_n} - 1 \right) = 37000 \cdot \left( \frac{1}{1 - 0,0333} - 1 \right) = 1275,8 \text{ (W)}$$

g) Határozza meg mekkora legyen a védő vezető (PE) legkisebb keresztmetszete, ha a motor tápvezetékének fázisvezető keresztmetszete  $50 \text{ mm}^2$  és anyaguk azonos!

**2 pont**

**A védővezető legkisebb keresztmetszete a fázisvezető fele, vagyis legalább  $25 \text{ mm}^2$**

**7. Feladat**

Egy háromfázisú NALÖ 100/10 típusú olajszigetelésű Köf/Kif transzformátor adatai a következők:

Kapcsolási csoport:	Dy <sub>N</sub> 5
Névleges teljesítmény:	S <sub>n</sub> = 100kVA
Névleges primer feszültség:	U <sub>1n</sub> = 10kV
Névleges szekunder feszültség:	U <sub>2n</sub> = 400/231V
Névleges üresjárási feszültség:	U <sub>2nf0</sub> = 420V
Névleges vas veszteség:	P <sub>Vn</sub> = 0,51kW
Névleges rövidzárási veszteség:	P <sub>Zn</sub> = 1,7kW
Névleges százalékos rövidzárási feszültség:	ε <sub>n</sub> = 4%

a) Határozza meg a transzformátor primer és szekunder névleges vonali és fázis áramait!

**4 pont**

Primer névleges vonali áram:

$$I_{1nv} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 5,77(A)$$

Primer névleges fázis áram:

$$I_{1nf} = \frac{I_{1nv}}{\sqrt{3}} = \frac{5,77}{\sqrt{3}} = 3,33(A)$$

Szekunder névleges vonali áram:

$$I_{2nv} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,33(A)$$

Szekunder névleges fázis áram:

$$I_{2nv} = I_{2nf} = 144,33(A)$$

b) Határozza meg a transzformátor menetszám áttételét!

**1 pont**

*Ezt az üresjárási feszültségből határozzuk meg:*

$$a_N = \frac{U_{1nf}}{U_{2nf0}} = \frac{10000}{\frac{420}{\sqrt{3}}} = 41,24$$

c) Határozza meg, a transzformátor névleges primer rövidzárási feszültségét!

**1 pont**

$$U_{Zn} = \varepsilon \cdot \frac{U_{1n}}{100} = 4 \cdot \frac{10000}{100} = 400(V)$$

d) Határozza meg a transzformátor kisfeszültségű kapcsain a rövidzárási áramot!

**1 pont**

$$I_{ZZ} = I_{2nv} \cdot \frac{100}{\varepsilon} = 144,33 \cdot \frac{100}{4} = 3608,25(A)$$



- e) Határozza meg a transzformátor egyszerűsített helyettesítő kapcsolási vázlatának elemeit (R, X)! **4 pont**

**A számítás során fázis mennyiségekkel kell számolni.**

$$R = \frac{P_{Zn}}{3 \cdot I_{nf}^2} = \frac{1700}{3 \cdot 3,33^2} = 51,1(\Omega)$$

$$ZZ = \frac{U_{Zn}}{I_{nf}} = \frac{400}{3,33} = 120,12(\Omega)$$

$$X = \sqrt{ZZ^2 - R^2} = \sqrt{120,12^2 - 51,1^2} = 108,7(\Omega)$$

- f) Határozza meg a transzformátor hatásfokát, ha a terhelés a névleges teljesítmény fele és a terhelés teljesítmény tényezője:  $\cos\varphi=0,8$ ! **3 pont**

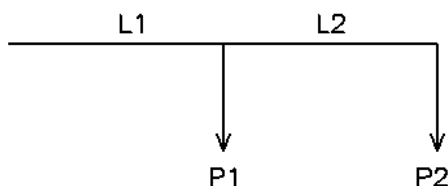
$$\begin{aligned} \eta_{1/2} &= \frac{0,5 \cdot S_n \cdot \cos\varphi}{0,5 \cdot S_n \cdot \cos\varphi + P_{Vn} + (0,5)^2 \cdot P_{Zn}} = \\ &= \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 100 \cdot 0,8 + 0,51 + (0,5)^2 \cdot 1,7} = 0,9771 \end{aligned}$$

- g) Mekkora szöget zár be a transzformátor azonos fázisához tartozó primer és szekunder feszültség? **1 pont**

**Mivel a transzformátor Dy5 ezért az azonos fázishoz tartozó feszültségek közötti fázis szög  $5 \cdot 30^\circ$  vagyis  $150^\circ$**

**8. Feladat**

Egy elosztó vezeték szimmetrikus háromfázisú fogyasztókat táplál, melyen a megengedett feszültségesés nem lehet nagyobb 1%-nál. A névleges feszültség  $U_n=3 \times 400\text{V}$ ,  $f=50\text{Hz}$ . A vezeték fajlagos ellenállása  $\rho=0,0175\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ .



$$l_1=30\text{m}; l_2=45\text{m};$$

$$P_1=32\text{kW}; \cos\varphi_1=0,9;$$

$$P_2=50\text{kW}; \cos\varphi_2=0,8;$$

*Műanyag szigetelésű vezetékek szabványos vezeték keresztmetszete és terhelhetősége:*

Keresztmetszet ( $\text{mm}^2$ )	16	25	35	50	70	95	120	150
Terhelhetőség (A)	51	65	86	110	140	175	205	235

- a) Határozza meg a vezeték végigfutó keresztmetszetét a feszültségesésre történő méretezés alapján! **7 pont**

*Megengedett feszültségesés:*

1 pont

$$U_e = \frac{U_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\varepsilon}{100} = \frac{400}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{100} = 2,31(\text{V})$$

*A fogyasztók wattos áramai:*

2 pont

$$I_{1w} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{32000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 46,19(\text{A})$$

$$I_{2w} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 72,17(\text{A})$$

*A megengedett feszültségesésre számított vezeték keresztmetszet:*

3 pont

$$A = \frac{\rho}{U_e} \cdot (l_1 \cdot I_{1w} + (l_1 + l_2) \cdot I_{2w}) = \frac{0,0175}{2,31} \cdot (30 \cdot 46,19 + (30 + 45) \cdot 72,17) = 51,5(\text{mm}^2)$$

A táblázat alapján választott szabványos keresztmetszet:  $A_n=70\text{mm}^2$

1 pont

b) Ellenőrizze a vezeték keresztmetszetét a vezeték melegedésére!

**5 pont**

*A fogyasztók meddő áramai:*

2 pont

$$I_{1m} = I_{1w} \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 46,19 \cdot 0,4843 = 22,37(\text{A})$$

$$I_{2m} = I_{2w} \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = 72,17 \cdot 0,75 = 54,13(\text{A})$$

*Az összes látszólagos áram:*

2 pont

$$I_w = I_{1w} + I_{2w} = 46,19 + 72,17 = 118,36(\text{A})$$

$$I_m = I_{1m} + I_{2m} = 22,37 + 54,13 = 76,5(\text{A})$$

$$I_1 = \sqrt{I_w^2 + I_m^2} = \sqrt{118,36^2 + 76,5^2} = 140,93(\text{A})$$

**Mivel a 70mm<sup>2</sup> keresztmetszethez 140A a megengedett áramerősség tartozik így a vezeték keresztmetszet nem felel meg, helyette 95 mm<sup>2</sup>-es vezetékot kell alkalmazni.**

1 pont

**9. Feladat**

Egy háromfázisú ( $U_n=3 \times 400/230V$ ,  $f=50Hz$ ) két tagból álló fogyasztó csoport adatai a következők:

- I. fogyasztó névleges teljesítménye:  $P_1 = 132kW$ ; teljesítménytényező:  $\cos \varphi_1 = 0,8$  (induktív)
- II. fogyasztó névleges teljesítménye:  $P_2 = 55kW$ ; teljesítménytényező:  $\cos \varphi_2 = -0,9$  (kapacitív)

a) Határozza meg a fogyasztó csoport hálózathoz felvett hatásos és meddő teljesítményét!

**3 pont**

**A hálózathoz felvett hatásos teljesítmény:**

1 pont

$$P_e = P_1 + P_2 = 132 + 55 = 187(kW)$$

**A hálózathoz felvett meddő teljesítmény:**

2 pont

$$Q_1 = P_1 \cdot \tan \varphi_1 = 132 \cdot 0,75 = 99(kvar)$$

$$Q_2 = P_2 \cdot \tan \varphi_2 = 55 \cdot 0,4843 = -26,64(kvar)$$

$$Q_e = Q_1 + (-Q_2) = 99 - 26,64 = 72,36(kvar)$$

b) Határozza meg a fogyasztó csoport hálózathoz felvett látszólagos teljesítményét, és eredő teljesítmény tényezőjét!

**2 pont**

$$S_e = \sqrt{P_e^2 + Q_e^2} = \sqrt{187^2 + 72,36^2} = 200,51(kVA)$$

$$\cos \varphi_e = \frac{P_e}{S_e} = \frac{187}{200,51} = 0,9326$$

c) Még további mekkora kapacitív meddő teljesítményű fázisjavító egységre van szükség, hogy a teljesítménytényező  $\cos \varphi_j = 0,99$  legyen, változatlan hatásos teljesítmény mellett?

**2 pont**

$$Q_c = P_e(\tan \varphi_j - \tan \varphi_e) = 187(0,1425 - 0,3869) = -45,71(kvar)$$

d) Határozza meg a mekkora kapacitású fázisjavító kondenzátorokra van szükség, a kívánt meddő teljesítmény előállítására, ha a kondenzátor egység háromszög kapcsolású!

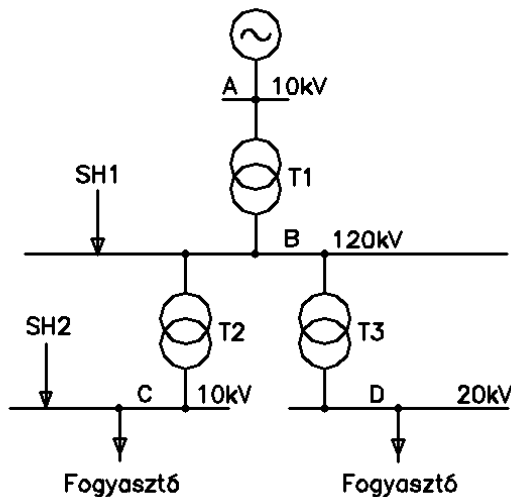
**2 pont**

$$C_\Delta = \frac{Q_c}{3 \cdot U_V^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{45710}{3 \cdot 400^2 \cdot 314,16} = 303,1 \mu F$$

**10. Feladat**

**16 pont**

Határozza meg a 10kV-os „A” gyűjtősínen háromfázisú rövidzárlat esetén a zárlati áram állandósult effektív értékét! A számítás során  $x'$  (redukált reaktancia) vagy  $\epsilon$  (százalékos reaktancia) módszert használjon, és készítse el a hálózat helyettesítő kapcsolási vázlatát is!



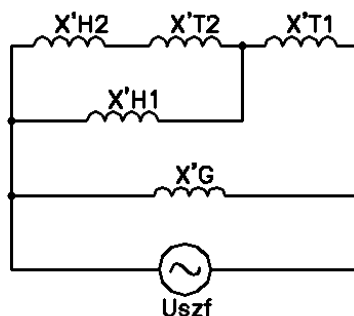
A generátoradatai:  $S_G = 50\text{MVA}$ ;  $\epsilon_G = 10\%$ ;

A transzformátorok adatai:

$S_{T1} = 50\text{MVA}$ ;  $\epsilon_{T1} = 10\%$ ;  $S_{T2} = 25\text{MVA}$ ;  $\epsilon_{T2} = 10\%$ ;  $S_{T3} = 25\text{MVA}$ ;  $\epsilon_{T3} = 10\%$ ;

A mögöttes hálózat zárlati teljesítménye:  $S_{H1} = 500\text{MVA}$ ;  $S_{H2} = 200\text{MVA}$

**Megoldás:**



Uszf-számítási fázisfeszültség

**A hálózat helyettesítő kapcsolási vázlat**

Számítási feszültségnek célszerűen a hibahelyi feszültséget vesszük.  $U_{sz} = 10\text{kV}$

T3 transzformátort nem vesszük figyelembe a számításnál, mivel a zárlati helyre energiát nem táplál. 5 pont

Az egyes elemek redukált reaktanciája: 5 pont

$$X'_G = \frac{\epsilon_G \cdot U_{sz}^2}{100 \cdot S_G} = \frac{10 \cdot 10^2}{100 \cdot 50} = 0,2(\Omega)$$

$$X'_{T1} = \frac{\epsilon_{T2} \cdot U_{sz}^2}{100 \cdot S_{T1}} = \frac{10 \cdot 10^2}{100 \cdot 50} = 0,2(\Omega)$$

$$X'_{T2} = \frac{\varepsilon_{T2} \cdot U_{sz}^2}{100 \cdot S_{T1}} = \frac{10 \cdot 10^2}{100 \cdot 25} = 0,4(\Omega)$$

$$X'_{H1} = \frac{U_{sz}^2}{S_{H1}} = \frac{10^2}{500} = 0,2(\Omega)$$

$$X'_{H2} = \frac{U_{sz}^2}{S_{H2}} = \frac{10^2}{200} = 0,5(\Omega)$$

Az eredő reaktancia:

4 pont

$$X'_e = (((X'_{H2} + X'_{T2}) \times X'_{H1}) + X'_{T1}) \times X'_G = (((0,5 + 0,4) \times 0,2) + 0,2) \times 0,2 = 0,129(\Omega)$$

A hibahely zárlati árama:

2 pont

$$I_z = \frac{U_{sz}}{\sqrt{3} \cdot X'_e} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,129} = 44,75(kA)$$

**A feladat megoldása „ε” módszerrel:****A hálózat helyettesítő kapcsolási vázlata**Számítási alapteljesítmény.  $S_a = 1MVA$ 

5 pont

Az egyes elemek százalékos reaktanciája:

5 pont

$$\varepsilon'_G = \frac{\varepsilon_G \cdot S_a}{S_G} = \frac{10 \cdot 1}{50} = 0,2\%$$

$$\varepsilon'_{T1} = \frac{\varepsilon_{T2} \cdot S_a}{S_{T1}} = \frac{10 \cdot 1}{50} = 0,2\%$$

$$\varepsilon'_{T1} = \frac{\varepsilon_{T2} \cdot S_a}{S_{T1}} = \frac{10 \cdot 1}{25} = 0,4\%$$

$$\varepsilon'_{H1} = 100 \frac{S_a}{S_{H1}} = 100 \frac{1}{500} = 0,2\%$$

$$\varepsilon'_{H2} = 100 \frac{S_a}{S_{H2}} = 100 \frac{1}{200} = 0,5\%$$

Az eredő százalékos reaktancia:

4 pont

$$\varepsilon'_e = (((\varepsilon'_{H2} + \varepsilon'_{T2}) \times \varepsilon'_{H1}) + \varepsilon'_{T1}) \times \varepsilon'_G = (((0,5 + 0,4) \times 0,2) + 0,2) \times 0,2 = 0,129\%$$

A hibahely zárlati árama:

2 pont

$$S_z = 100 \frac{S_a}{\varepsilon'_e} = 100 \frac{1}{0,129} = 775,19(MVA)$$

$$I_z = \frac{S_z}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{775,19M}{\sqrt{3} \cdot 10k} = 44,75(kA)$$