

Versenyzői kód:

| | | | | |
|--|---|-----------|---|--|
| | / | 15 | / | |
|--|---|-----------|---|--|

27/2012. (VIII. 27.) NGM rendelet
54 522 01 Erősáramú elektrotechnikus

MAGYAR KERESKEDELMI ÉS IPARKAMARA

Országos Szakmai Tanulmányi Verseny

Területi előválogató

KOMPLEX ÍRÁSBELI FELADATSOR MEGOLDÁSA

Szakképesítés:

54 522 01 Erősáramú elektrotechnikus

SZVK rendelet száma:

27/2012. (VIII. 27.) NGM rendelet

Komplex írásbeli:

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

Elérhető pontszám: 100 pont

Az írásbeli verseny időtartama: 180 perc

2021.

| | |
|-------------|--|
| 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:

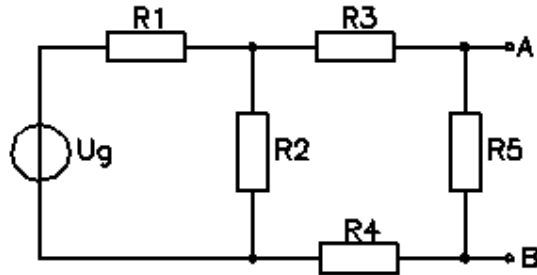
- 1.) A feladatok megoldásához az íróeszközön és nem programozható számológépen kívül semmilyen más segédeszközt (pl. tankönyv, feladatgyűjtemény, stb.) nem használhat!
- 2.) A számítások elvégzésénél ügyeljen a következőkre:
 - a.) Számológépet használhat, de minden mellékszámításnál ki kell jelölnie 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**10 pont****Az alábbi kapcsolás adatai a következők:**

$$U_g = 28V; R_1 = 3k\Omega; R_2 = 6k\Omega; R_3 = 1k\Omega; R_4 = 2k\Omega; R_5 = 5k\Omega$$

**a) Határozza meg a kapcsolás A-B pontokra vonatkoztatott eredő ellenállását!**

4 pont

$$R_{AB} = \left((R_1 \times R_2) + R_3 + R_4 \right) \times R_5 = \left((3k \times 6k) + 1k + 2k \right) \times 5k = 2,5(k\Omega)$$

b) Határozza meg mekkora feszültség jut R1 ellenállásra!

4 pont

$$U_{R1} = U_g \cdot \frac{R_1}{R_1 + (R_2 \times (R_3 + R_4 + R_5))} = 28 \cdot \frac{3k}{3k + (6k \times (1k + 2k + 5k))} = 13,067(V)$$

c) Határozza meg, ha a kapcsolást nem terheljük, mekkora áram folyik az R2 ellenálláson!

2 pont

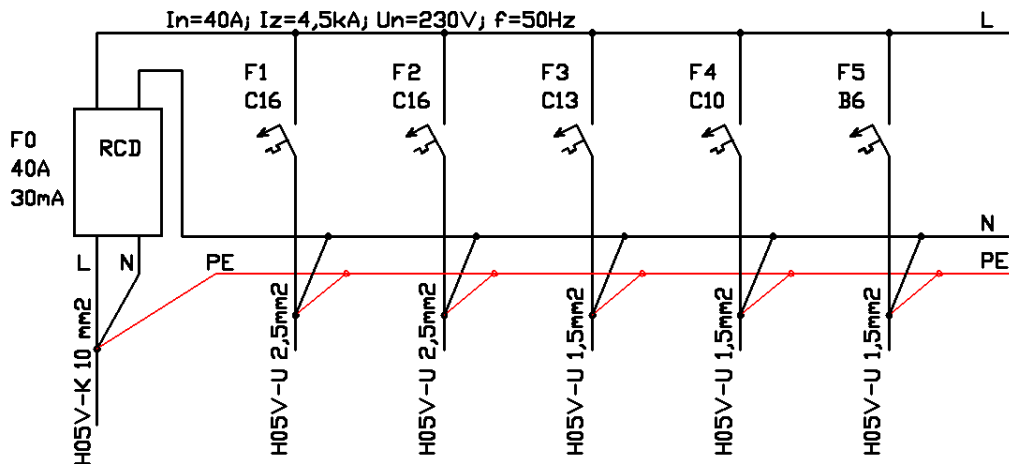
$$U_{R2} = U_g - U_{R1} = 28 - 13,067 = 14,93(V)$$

$$I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{14,93}{6k} = 2,48(mA)$$

2. Feladat

6 pont

A rajz alapján válaszoljon az alábbi kérdésekre!



- Mekkora F3 túláramvédelmi eszköz névleges árama? **13A**
- Hány fázisú az elosztó? **1 fázisú**
- Mekkora az elosztó zárlati szilárdsága? **4,5kA**
- Hány pólusú az áram-védőkapcsoló? **2 pólusú**
- Milyen rendszerű az elosztó? **TN-S**
- Mekkora keresztmetszetű az elosztó betáp vezetéke? **10mm²**

3. Feladat

5 pont

Egészítse ki a mondatokat, hogy helyesek legyenek!

5x1 pont

- Az II. érintésvédelmi osztályú készülékek érintésvédelmi (áramütés elleni védelem) megoldása a **kettős vagy megerősített szigetelés**.
- Az adott keresztmetszetű **vezeték** terhelhetőségét a szigetelés anyaga, a szerelési mód, és a környezeti hőmérséklet, és az együtt vezetett vezetékek száma határozza meg.
- Ha a PE és N vezetőt szétválasztották, azt a vezeték rendszerben **ismét egyesíteni** tilos.
- Az **áram-védőkapcsoló** olyan eszköz, mely önmagában nem alkalmazható, a táplálás önműködő lekapcsolása hibavédelmi mód kiegészítője.
- A **fázis** vezető színjelölése fekete, esetleg barna, vagy szürkeshínű lehet.

4. Feladat

6 pont

Egészítse ki az alábbi táblázatot!

3x2 pont

Megoldás:

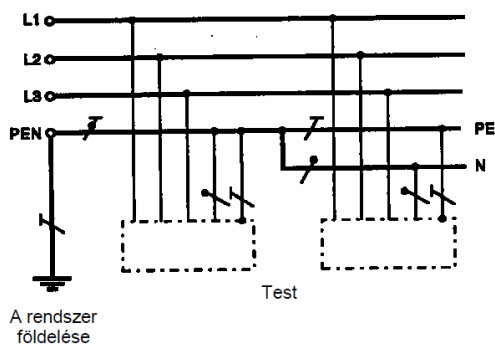
| Fázisvezető keresztmetszete | $A \leq 16 \text{mm}^2$ | $16 \text{mm}^2 < A \leq 35 \text{mm}^2$ | $35 \text{mm}^2 < A$ |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Legkisebb védővezető keresztmetszet | A (legalább egyezzen meg fázisvezető keresztmetszetével) | 16mm² | A/2 (legalább a fázisvezető keresztmetszetének a fele) |

5. Feladat

6 pont

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

Megoldás:



3 pont

TN-C-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 testeivel közvetlenül csatlakoznak az energiaellátó rendszer földelt pontjához (nulla vezetőhöz) C- közös (common). A TN rendszer olyan kiviteli megoldása, amelynél a nulla és a védővezető közös. PEN gerincvezeték van. S-elválasztott (separated) A TN rendszer olyan kiviteli megoldása, amelynél a nulla és a védővezető különválasztott.

Tehát a rendszer egy részén a nulla és védővezető közös, egy részén pedig különválasztott.

3 pont

6. Feladat**12 pont****Egy háromfázisú aszinkronmotor adatai a következők:**

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Névleges fordulatszám: | $n_n = 2970$ 1/min, |
| Névleges teljesítmény: | $P_n = 110$ kW, |
| Névleges teljesítménytényező: | $\cos\varphi_n = 0,91$ |
| Névleges hatásfok: | $\eta_n = 89\%$ |
| Névleges feszültség: | $U_n = 3 \times 400$ V, $f = 50$ Hz |

A ventilációs és csapágysúrlódási veszteségektől eltekintünk!

a) Határozza meg a motor névleges forgatónyomatékát!

3 pont

$$M = \frac{P_n}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n_n}{60}} = \frac{110000}{2 \cdot \pi \cdot \frac{2970}{60}} = 353,67 \text{ (Nm)}$$

b) Határozza meg a motor névleges szlipjét!

2 pont

A póluspár szám $p=1$ mivel a szinkron fordulatszám 2970 1/min

A névleges szlip:

$$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{3000 - 2970}{3000} = 0,01$$

c) Határozza meg a motor névleges áramát!

A névleges áram:

3 pont

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi_n \cdot \frac{\eta_n}{100}} = \frac{110000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,91 \cdot \frac{89}{100}} = 196,04 \text{ (A)}$$

d) Határozza meg a motor összes veszteségét!

2 pont

$$P_V = \frac{P_n}{\frac{\eta_n}{100}} - P_n = \frac{110000}{\frac{89}{100}} - 110000 = 13595,5 \text{ (W)}$$

e) Határozza meg a motor névleges forgórész veszteségét!

2 pont

$$P_{2V} = P_n \cdot \left(\frac{1}{1 - s_n} - 1 \right) = 110000 \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,01} - 1 \right) = 1111 \text{ (W)}$$

7. Feladat**14 pont****Egy háromfázisú Kőf/Kif transzformátor adatai a következők:**

| | |
|---|----------------------------|
| Kapcsolási csoport: | Dy ₀₅ |
| Névleges teljesítmény: | S _n = 630kVA |
| Névleges primer feszültség: | U _{1n} = 22kV |
| Névleges szekunder feszültség: | U _{2n} = 400/231V |
| Névleges üresjárás feszültség | U ₂₀ = 420V |
| Névleges vas veszteség | P _{Vn} = 600W |
| Névleges rövidzárási veszteség | P _{Zn} = 6,5kW |
| Névleges százalékos rövidzárási feszültség: | ε _n = 6% |

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

4 pont

Primer névleges vonali áram:

$$I_{1nv} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 22} = 16,53(A)$$

Primer névleges fázis áram:

$$I_{1nf} = \frac{I_{1nv}}{\sqrt{3}} = \frac{16,53}{\sqrt{3}} = 9,54(A)$$

Szekunder névleges vonali áram:

$$I_{2nv} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 909,3(A)$$

Szekunder névleges fázis áram:

$$I_{2nv} = I_{2nf} = 909,3(A)$$

b) Határozza meg a transzformátor menetszám áttételét!

2 pont

Ezt az üresjárás feszültségből határozzuk meg:

$$a_N = \frac{U_{1nf}}{U_{2nf0}} = \frac{22000}{\frac{420}{\sqrt{3}}} = 90,726$$

c) Határozza meg a transzformátor névleges primer rövidzárási feszültségét!

2 pont

$$U_{Zn} = \varepsilon \cdot \frac{U_{1n}}{100} = 6 \cdot \frac{22000}{100} = 1320(V)$$

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

2 pont

$$I_{2Z} = I_{2nv} \cdot \frac{100}{\varepsilon} = 909,3 \cdot \frac{100}{6} = 15155(A)$$

e) Határozza meg a transzformátor primer oldalra vonatkoztatott fázis ellenállását!

2 pont

$$R = \frac{P_{Zn}}{3 \cdot I_{1nf}^2} = \frac{6500}{3 \cdot 9,54^2} = 23,8(\Omega)$$

f) Határozza meg a transzformátor hatásfokát, ha a terhelés a névleges teljesítmény fele és a terhelés teljesítmény tényezője: $\cos\varphi = 0,9$!

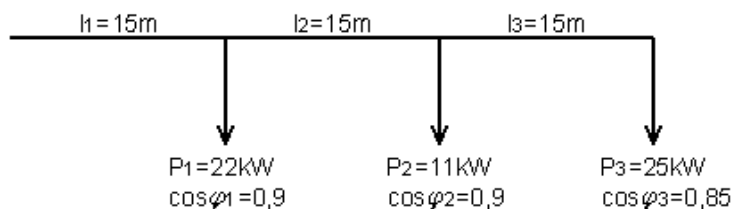
2 pont

$$\eta_n = \frac{0,5 \cdot S_n \cdot \cos\varphi}{0,5 \cdot S_n \cdot \cos\varphi + P_{Vn} + (0,5)^2 \cdot P_{Zn}} = \frac{0,5 \cdot 630 \cdot 0,9}{0,5 \cdot S_n \cdot 0,9 + 0,6 + (0,5)^2 \cdot 6,5} = 0,9922$$

8. Feladat

15 pont

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



$l_1 = 15m; l_2 = 15m; l_3 = 15m$

$P_1 = 22kW; \cos\varphi_1 = 0,9; P_2 = 11kW; \cos\varphi_2 = 0,9; P_3 = 25kW; \cos\varphi_3 = 0,85$

Műanyag szigetelésű vezetékek szabványos vezeték keresztmetszete és terhelhetősége:

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Keresztmetszet (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!

Megengedett feszültségesés:

1 pont

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

A fogyasztók wattos áramai:

3 pont

$$I_{1w} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{22000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 31,75(A)$$

$$I_{2w} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{11000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 15,877(A)$$

$$I_{3w} = \frac{P_3}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 36,08(A)$$

A megengedett feszültségesésre számított vezeték keresztmetszet:

3 pont

$$\begin{aligned} A &= \frac{\rho}{U_e} \cdot (l_1 \cdot I_{1w} + (l_1 + l_2) \cdot I_{2w} + (l_1 + l_2 + l_3) \cdot I_{3w}) = \\ &= \frac{0,0175}{2,31} \cdot (15 \cdot 31,75 + (15 + 15) \cdot 15,877 + (15 + 15 + 15) \cdot 36,08) = \\ &= 19,51(mm^2) \end{aligned}$$

A táblázat alapján választott szabványos keresztmetszet: $A_n = 25mm^2$

1 pont

b) Ellenőrizze a vezeték keresztmetszetét a vezeték melegedésére!

A fogyasztók meddő áramai:

3 pont

$$I_{1m} = I_{1W} \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 31,75 \cdot 0,4843 = 15,377(\text{A})$$

$$I_{2m} = I_{2W} \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = 15,877 \cdot 0,4843 = 7,689(\text{A})$$

$$I_{3m} = I_{3W} \cdot \operatorname{tg}\varphi_3 = 36,08 \cdot 0,6197 = 22,36(\text{A})$$

Az összes látszólagos áram:

3 pont

$$I_w = I_{1W} + I_{2W} + I_{3W} = 31,75 + 15,877 + 36,08 = 83,71(\text{A})$$

$$I_m = I_{1m} + I_{2m} + I_{3m} = 15,377 + 7,689 + 22,36 = 45,426(\text{A})$$

$$I_1 = \sqrt{I_w^2 + I_m^2} = \sqrt{83,71^2 + 45,426^2} = 95,24(\text{A})$$

Mivel a 25mm^2 keresztmetszethez 65A a megengedett áramerősség tartozik és ez kisebb a számított látszólagos áramánál ($95,24\text{A}$), így a feszültségesésre meghatározott vezeték keresztmetszet melegedésre nem felel meg. A vezeték legkisebb keresztmetszete, amely melegedésre is megfelel 50mm^2 .

1 pont

9. Feladat**10 pont****Egy háromfázisú ($U_n=3 \times 400\text{V}$, $f=50\text{Hz}$) fogyasztó csoport adatai a következők:**

- Aszinkron motor névleges teljesítménye:

$$P_{1n} = 35\text{kW}; \text{teljesítménytényező: } \cos\varphi_1 = 0,83; \text{hatásfok: } \eta_1 = 88\%$$

- Aszinkron motor névleges teljesítménye:

$$P_{2n} = 55\text{kW}; \text{teljesítménytényező: } \cos\varphi_2 = 0,79; \text{hatásfok: } \eta_2 = 92\%$$

- Fázisjavító kondenzátor egység:

$$Q_3 = -25\text{kvar}$$

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

A hálózathál felvett hatásos teljesítmény:

3 pont

$$P_1 = \frac{P_{1n}}{\eta_1} = \frac{35000}{0,88} = 39773(\text{W})$$

$$P_2 = \frac{P_{2n}}{\eta_2} = \frac{55000}{0,92} = 59783(\text{W})$$

$$P_e = P_1 + P_2 = 39773 + 59783 = 99556(\text{W})$$

A hálózathál felvett meddő teljesítmény:

3 pont

$$Q_1 = P_1 \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 39773 \cdot 0,672 = 26728(\text{var})$$

$$Q_2 = P_2 \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = 59783 \cdot 0,7761 = 46397(\text{var})$$

$$Q_3 = -25000(\text{var})$$

$$Q_e = (Q_1 + Q_2) - Q_3 = (26728 + 46397) - 25000 = 48125(\text{var})$$

- b) Határozza meg a fogyasztó csoport hálózathoz felvett látszólagos teljesítményét, és eredő teljesítmény tényezőjét!** 2 pont

$$S_e = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{99556^2 + 48125^2} = 110578(\text{VA})$$

$$\cos\varphi_e = \frac{P_e}{S_e} = \frac{99556}{110578} = 0,9$$

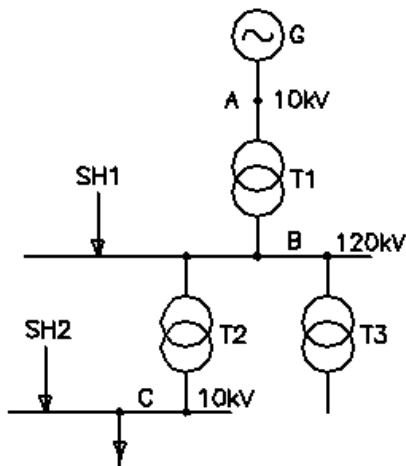
- c) Még további mekkora kapacitív meddő teljesítményű fázisjavító egységre van szükség, hogy a teljesítménytényező $\cos\varphi_j = 0,98$ legyen, változatlan hatásos teljesítmény mellett?** 2 pont

$$Q_c = P_e(\text{tg}\varphi_j - \text{tg}\varphi_e) = 99556(0,20305 - 0,48432) = -28000(\text{var})$$

10. Feladat

16 pont

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



A transzformátorok adatai: $S_{T1} = 120\text{MVA}$; $\varepsilon_{T1} = 12\%$;
 $S_{T2} = 25\text{MVA}$; $\varepsilon_{T2} = 10\%$; $S_{T3} = 25\text{MVA}$; $\varepsilon_{T3} = 10\%$;
 A generátor adatai: $S_G = 120\text{MVA}$; $\varepsilon_G = 15\%$;
 A mögöttes hálózat zárlati teljesítménye: $S_{H1} = 400\text{MVA}$; $S_{H2} = 100\text{MVA}$

Megoldás:

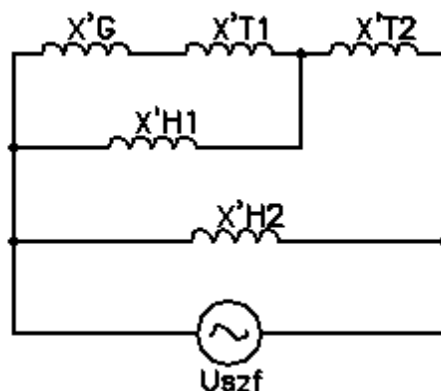
Uszf-számítási fázisfeszültség

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

$$X'_G = \frac{\varepsilon_G \cdot U_{SZ}^2}{100 \cdot S_G} = \frac{15 \cdot 10^2}{100 \cdot 120} = 0,125(\Omega)$$

$$X'_{T1} = \frac{\varepsilon_{T1} \cdot U_{SZ}^2}{100 \cdot S_{T1}} = \frac{12 \cdot 10^2}{100 \cdot 120} = 0,1(\Omega)$$

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

$$X'_{H1} = \frac{U_{SZ}^2}{S_{H1}} = \frac{10^2}{400} = 0,25(\Omega)$$

$$X'_{H2} = \frac{U_{SZ}^2}{S_{H2}} = \frac{10^2}{100} = 1(\Omega)$$

Az eredő reaktancia:

4 pont

$$X'_e = \left((X'_G + X'_{T1}) \times X'_{H1} \right) + X'_{T2} \times X'_{H2} = \left((0,125 + 0,1) \times 0,25 \right) + 0,4 \times 1 = 0,3414(\Omega)$$

A hibahely zárlati árama:

2 pont

$$I_Z = \frac{U_{SZ}}{\sqrt{3} \cdot X'_e} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,3414} = 16,91(kA)$$

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

5 pont

Az egyes elemek százalékos reaktanciája:

5 pont

$$\varepsilon'_G = \frac{\varepsilon_G \cdot S_a}{S_G} = \frac{15 \cdot 1}{120} = 0,125\%$$

$$\varepsilon'_{T1} = \frac{\varepsilon_{T1} \cdot S_a}{S_{T1}} = \frac{12 \cdot 1}{120} = 0,1\%$$

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

$$\varepsilon'_{H1} = 100 \frac{S_a}{S_{H1}} = 100 \frac{1}{400} = 0,25\%$$

$$\varepsilon'_{H2} = 100 \frac{S_a}{S_{H2}} = 100 \frac{1}{100} = 1\%$$

Az eredő százalékos reaktancia:

4 pont

$$\varepsilon'_e = \left((\varepsilon'_G + \varepsilon'_{T1}) \times \varepsilon'_{H1} \right) + \varepsilon'_{T2} \times \varepsilon'_{H2} = \left((0,125 + 0,1) \times 0,25 \right) + 0,4 \times 1 = 0,3414\%$$

A hibahely zárlati árama:

2 pont

$$S_Z = 100 \frac{S_a}{\varepsilon'_e} = 100 \frac{1}{0,3414} = 292,9(MVA)$$

$$I_Z = \frac{S_Z}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{2,929}{\sqrt{3} \cdot 10} = 16,91(kA)$$