

NÉV: ... Terem és ülőhely:

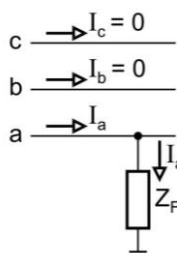
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	

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.

Ellenőrizték, hogy minden feladatlapot megkaptak-e! Utólagos reklamációt nem fogadunk el.

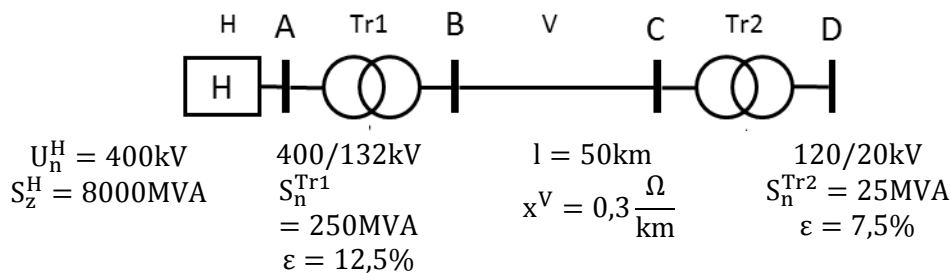
1. feladat Az alábbi egyfázisú fogyasztó csatlakozási pontján a hálózat háromfázisú rövidzárlati teljesítménye 10 MVA. A fogyasztó névleges teljesítménye 190 kW, $\cos\phi = 0,85$. Mekkora a fogyasztó által a csatlakozási pontján okozott negatív sorrendű aszimmetria értéke? Megfelel ez a szabványban előírt határértéknek? (6 pont)



$$S_F = P_F / \cos\phi = 190 \text{ kW} / 0,85 = 223,5 \text{ kVA.} \quad 2\text{p}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{S_F}{S_Z^{3F}} = \frac{223,5}{10000} = 2,24\% > 2\% , \text{ ezért nem felel meg.} \quad 2 + 2\text{p}$$

2. feladat Az alábbi hálózat D pontjára aszimmetrikus fogyasztó csatlakozik, emiatt ezen a ponton a negatív sorrendű aszimmetria értéke 1,5%. Mekkora a B ponton az aszimmetria mértéke? (12 pont)



A reaktanciákat a 132 kV-os szintre számolva:

$$X^H = \frac{U_n^H{}^2}{S_z^H} = \frac{(132 \text{ kV})^2}{8000 \text{ MVA}} = 2,2 \Omega \quad 2\text{p}$$

$$X^{\text{Tr1}} = \frac{\varepsilon^{\text{Tr1}} U_{nk}^{\text{Tr1}2}}{100 S_n^{\text{Tr1}}} = \frac{12,5 (132 \text{ kV})^2}{100 \cdot 250 \text{ MVA}} = 8,7 \Omega \quad 2\text{p}$$

$$X^V = l \cdot x^V = 50 \cdot 0,3 = 15,0 \Omega \quad 2\text{p}$$

$$X^{\text{Tr2}} = \frac{\varepsilon^{\text{Tr2}} U_{nN}^{\text{Tr2}2}}{100 S_n^{\text{Tr2}}} = \frac{7,5 (132 \text{ kV})^2}{100 \cdot 25 \text{ MVA}} = 52,3 \Omega \quad 2\text{p}$$

$$U_2^B = U_2^D \frac{X_2^{\text{MB}}}{X_2^{\text{DB}}} = 1,5\% \frac{2,2+8,7}{2,2+8,7+15+52,3} = 1,5\% \cdot 0,14 = 0,21\% \quad 2 + 2 \text{ p}$$

3. feladat Hogyan keletkezik feszültség-aszimmetria a hálózaton? Mekkora lehet a megengedett értéke? Mekkora többletvesztést okoz a fogyasztói aszimmetria a fázisvezetőkben és a nullavezetőben ahhoz képest, mint ha az adott fogyasztó szimmetrikus lenne (és feltételezzük, hogy szimmetrikus és aszimmetrikus esetben ugyanakkora teljesítményt vesz fel)? (10 pont)

Keletkezés:

- Fogyasztók által okozott
 - egyfázisú fogyasztók (pl. kif háztartások) 1p
 - vonali feszültségre csatlakozó fogyasztók (pl. vasút) 1p
 - háromfázisú, de aszimmetrikus fogyasztók (pl. három fázison csatlakozó háztartások) 1p
- Hálózati aszimmetria
 - (pl. zárlatok, szakadások a hálózatban) 1p
 - nem szimmetrikus geometriájú távvezeték (ábra...) 1p

Megengedett értéke: $U_2/U_1 < 2\%$ (részletesebb – helyes – leírás is elfogadható) 2p

Többlet veszteség:

- Negatív sorrendű áram: csak a fázisvezetőkben okoz többlet veszteséget

$$P_{v,1-2}/P_{v(id.)} = 1 + I_2^2 / I_1^2 \quad 1p$$
- Zérus sorrendű áram: fázisvezetőkben és nullavezetőben is többlet veszteséget okoz

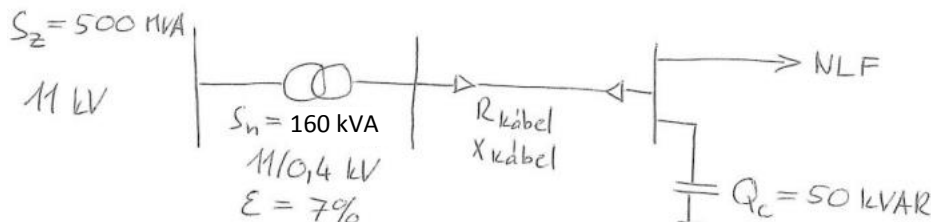
(Nullavezetőben $3I_0$ áram, $9I_0^2$ -tel arányos veszteség)

$$P_{v,1-0}/P_{v(id.)} = 1 + 4 I_0^2 / I_1^2 \quad 2p$$

4. feladat Nevezze meg a harmonikusok csökkentési lehetőségeit, és 1-2 mondatban magyarázza el, hogy az egyes megoldások miért működnek! 10 pont

- Megelőzés
 - Kis harmonikus torzítású berendezések alkalmazása 1p
 - Harmonikus csökkentő kapcsolások
 - zeg-zug fojtó 1p
 - zérus sorrendű impedanciája kicsi, 1p
 - és a $3n$ rendszámú harmonikusok zérus sorrendűek 1p
 - Transzformátor kapcsolási csoportjának (dy11-es) kihasználása 1p
 - két, hasonló 5. harmonikus termelő áramainak szembe forgatása 1p
- Passzív szűrés 1p
 - hangolt soros rezgőkör, impedanciája a rezonanciafrekvencián 0 1p
- Aktív szűrés 1p
 - ellenfázisú áraminjektálás inverterrel 1p
- Aktív + passzív szűrés

5. feladat A nemlineáris, meddőkompenzátorral ellátott fogyasztó szemszögéből nézve mely harmonikusra fog párhuzamos rezonanciát okozni a hálózat? Milyen nagyságú harmonikus áram záródik a hálózat 11 kV-os gyűjtőcsínén, ha a transzformátor ellenállása $R_{TR} = 0,032 \Omega$? A nemlineáris fogyasztó alapharmonikus teljesítménye 173 kVA, hetedik harmonikus árama az alapharmonikus 8%-a. (A vizsgálat során elhanyagolhatja a hálózat induktivitását, valamint a kábel induktivitását és kapacitását.) 12 pont



Számoljuk ki a transzformátor szórási induktivitását, és a meddőkompenzátor kapacitását

$$X_{TR} = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{7}{100} \cdot \frac{0,4 \text{ kV}^2}{160 \text{ kVA}} = 0,07 \Omega$$

$$L_{TR} = \frac{X_{TR}}{\omega} = \frac{0,07 \Omega}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz}} = 0,22 \text{ mH} \quad 1\text{p}$$

$$X_C = \frac{U_n^2}{Q_C} = \frac{0,4 \text{ kV}^2}{50 \text{ kVAR}} = 3,2 \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 3,2 \Omega} = 0,99 \text{ mF} \quad 1\text{p}$$

Számítsuk ki a párhuzamos rezonancia frekvenciáját

$$f_{\text{párh}} \approx \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{TR} \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{0,22 \text{ mH} \cdot 0,99 \text{ mF}}} = 341,02 \text{ Hz} \quad 3\text{p}$$

A hálózat tehát a hetedik harmonikus szempontjából fog párhuzamos rezonanciát mutatni. 1p

Számoljuk ki a fogyasztó harmonikus áramát

$$I_F^1 = \frac{S_F^1}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{173 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 249,7 \text{ A} \cong 250 \text{ A} \quad 1\text{p}$$

$$I_F^7 = I_F^1 \cdot 0,08 = 250 \text{ A} \cdot 0,08 = 20 \text{ A} \quad 1\text{p}$$

A hálózat felé folyó harmonikus áram a jósági tényező szerese lesz a nemlineáris fogyasztó által keltett harmonikus áram értékének.

A transzformátor jósági tényezője

$$Q_h = \frac{\omega_h \cdot L_{TR}}{R_{TR}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 341 \text{ Hz} \cdot 0,22 \text{ mH}}{0,032 \Omega} = 14,73 \quad 2\text{p}$$

A hálózat felé záródó harmonikus áram nagysága

$$I_H^7 = Q_h \cdot I_F^7 = 14,73 \cdot 20 \text{ A} = 294,6 \text{ A} \quad 2\text{p}$$