

Név:..... Terem:Ülőhely:.....

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	
IMSc	

Eredmény és megtekintés: 2019.06.03. 15:00-15:30 között a V1 404-ben.

Osztályozás: 0-19: 1; 20-27: 2; 28-34: 3; 35-42: 4; 43-50: 5

Ha bármely feladat eredménye kisebb, mint a feladatra adható összpontszám 40%-a, akkor az a feladat automatikusan 0 pontot ér. A lehetséges megoldások közül egyértelműen karikázással jelezze a helyesnek gondolt megoldást! Egy jó megoldás létezik minden feladat esetén, amelyet kérünk részletes számítással (képlet, behelyettesítés, végeredmény), ábrával alátámasztani, e nélkül a feladat(rész) nem fogadható el, még ha a jó megoldás is van bekarikázva!!

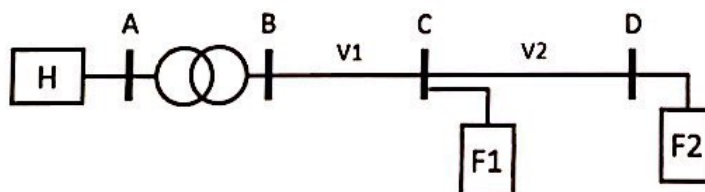
A vizsgán a normál követelményhez tartozó feladatokon túlmenő, további egy feladat (6. feladat) megoldásával szerzhető 10 IMSc pontszám, amennyiben a hallgató enélkül jeles eredményt ért el. Ha valamely számonkérésen a hallgató szerzett IMSc pontokat, akkor az IMSc pontjainak növelése nem lehetséges e számonkérés újbóli teljesítésével. Az IMSc pontok megszerzése a programban nem résztvevő hallgatók számára is biztosított.

1. feladat**10 pont**

Adott az alábbi háromfázisú ipari hálózat! Az ipartelepen egy motor (F1) és egy fűtési rendszer (F2) működik. A fogyasztókra áramtartó fogyasztói modellt alkalmazzon! Az ipartelep transzformátorától a fogyasztókhoz vezető vezetékek V1 és V2.

Mekkora vonali feszültséget kellene a B sínen tartani, hogy a fűtési rendszernél (D sín) a névleges feszültség legyen?

(A hálózat szimmetrikus. A feszültségesést a hosszirányú feszültségeséssel közelítse!)



$$U_n^H = 20 \text{ kV}$$

$$S_z^H = 4000 \text{ kVA}$$

$$20/0.4 \text{ kV}$$

$$S_n^{TR} = 250 \text{ kVA}$$

$$\epsilon = 6\%$$

$$R^{V1} = 0,4 \Omega/\text{km}$$

$$X^{V1} = 0,3 \Omega/\text{km}$$

$$L_1 = 300 \text{ m}$$

$$U_n^{F1} = 0,4 \text{ kV}$$

$$S_n^{F1} = 60 \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = 0,8 \text{ (ind.)}$$

$$R^{V2} = 0,36 \Omega/\text{km}$$

$$L_2 = 100 \text{ m}$$

$$U_n^{F2} = 0,4 \text{ kV}$$

$$S_n^{F2} = 40 \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = 1,0$$

Megoldás:

F1 fogyasztó árama [A]		F2 fogyasztó árama [A]		„B” gyűjtősín vonali feszültsége [V] (2p)
I_w (2p)	I_m (2p)	I_w (2p)	I_m (2p)	
120	-52	0	-57,7	244
51,9	69,3	57,7	100	422
69,3	52	69,3	57,7	253
90	-69,3	100	0	438

2019. június 3.

1/10

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény):

A vezeték paraméterei: $R_1 = 0,12 \text{ Ohm}$, $X_1 = 0,09 \text{ Ohm}$, $R_2 = 0,036 \text{ Ohm}$, $X_2 = 0$;

$$I^{F1} = I_n^{F1} (\cos \varphi - j \sin \varphi) = \frac{S_n^{F1} (\cos \varphi - j \sin \varphi)}{\sqrt{3} U_n^{F1}} = \frac{60 \text{ kVA} (0,8 - j0,6)}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 69,3 - 52 j \text{ A}$$

$$I^{F2} = I_n^{F2} (\cos \varphi - j \sin \varphi) = \frac{S_n^{F2} (\cos \varphi - j \sin \varphi)}{\sqrt{3} U_n^{F2}} = \frac{40 \text{ kVA} (1 - j0)}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 57,7 \text{ A}$$

A V1 vezetéken a hosszirányú feszültségesés:

$$DU_{h1} = R_1 * \operatorname{Re}(I_1 + I_2) - X_1 * \operatorname{Im}(I_1 + I_2) = 19,9 \text{ V}$$

A V2 vezetéken a hosszirányú feszültségesés:

$$DU_{h2} = R_2 * \operatorname{Re}(I_2) = 2,1 \text{ V}$$

A teljes BD szakaszon tehát a feszültségesés:

$$DU_h = DU_{h1} + DU_{h2} = 22 \text{ V.}$$

Tehát a B gyűjtősínen $\sqrt{3} (231 + 22) = 438 \text{ V}$ feszültséget kellene tartani.

2. feladat

(10 pont)

Az energiaszolgáltatás feszültségminőségre vonatkozó előírásai alapján:

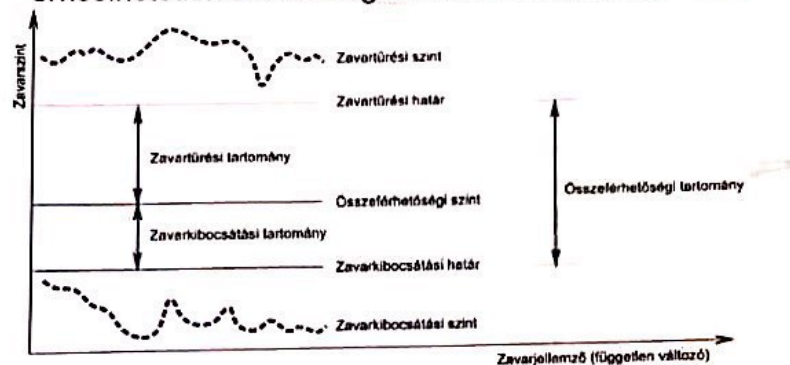
- Adja meg az elektromágneses kompatibilitás (EMC) definícióját és ábrán szemléltesse az összeférhetőségi tartományt!
- Venn-diagram segítségével mutassa be a kisfrekvenciás vezetett zavarok (ELF EMI) és a feszültségminőség (PQ) kapcsolatát!

Megoldás:

- 2 pont def.; 3 pont ábra

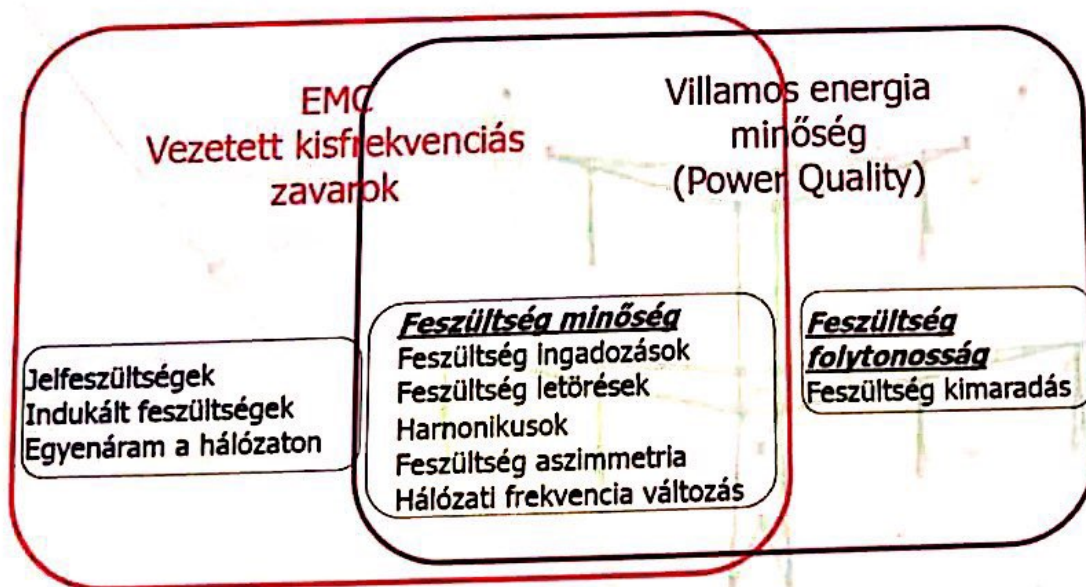
Elektromágneses kompatibilitás (EMC)

„Valamely berendezésnek vagy rendszernek az a képessége, hogy a saját elektromágneses környezetében kielégítően működik anélkül, hogy a környezetében bármi számára elviselhetetlen elektromágneses zavarást idézne elő”



- 5 pont, arányosan

EMC – Villamosenergia minőség



3. feladat Az alábbi állításokról döntse el: IGAZ vagy HAMIS?

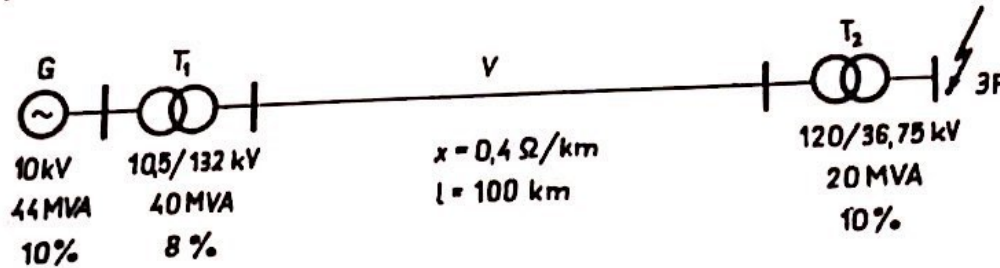
(16x0,5 pont)

Az aszimmetria mértéke nem csökkenthető a fogyasztó csatlakozási pontján a zárlati teljesítmény növelésével.	HAMIS
Feszültségemelkedésről akkor beszélünk, ha a feszültség effektív értéke hirtelen az U_c megegyezéssel feszültség 110%-a fölé nő, majd egy rövid idő után a feszültség visszaállása követ.	IGAZ
A feszültség aszimmetria nem más, mint a háromfázisú hálózat olyan állapota, amelynél a fázisfeszültségek effektív értékei vagy az egymást követő fázisok fázorai közötti szögek nem egyenlőek.	IGAZ
Középfeszültségű kábelhálózat csillagpontját rendszerint Petersen tekercsen keresztül földelik.	HAMIS
Egy HMKE névleges teljesítőképessége nem haladhatja meg a felhasználó rendelkezésre álló teljesítményének mértékét.	IGAZ
A szimmetrikus összetevők módszere csak szimmetrikus hálózatok esetén alkalmazható.	HAMIS
A „hosszú földelés” ellenálláson keresztüli földelést jelent.	IGAZ
Az alábbi feszültség szintek a nagyvasúti villamos vontatásnál alkalmazottak: DC 1,5 kV; DC 3 kV; DC 6 kV; AC 15 kV; AC 3x25 kV	HAMIS
20 kV-os kompenzált szabadvezeték hálózaton bekövetkező íves földzárlat nagy valószínűséggel magától megszűnik.	IGAZ
A szekunder szabályozás feladatai: •a frekvencia névleges értékre állítása; •a szabályozási zónán belüli kiegyenlítés, vagyis az ún. AGC (Automatic Generation Control)	IGAZ
A negatív sorrendű aszimmetria a generátorokban többlet energiatermelést okoz.	HAMIS
Az autotranszformátoros nagyvasúti táplálási rendszer legnagyobb előnye, hogy az alkalmazott transzformátorok automatikusan szabályozzák a feszültségüket a terhelés függvényében.	HAMIS
A V43 mozdony névleges teljesítménye 2220 kW, névleges feszültsége a hazai villamos vontatásban alkalmazott 25 kV. Határozza meg a mozdony névleges áramának effektív értékét!	$I_n = \dots 88,8 \dots A$
Mekkora a foglalkoztatási körben körében megengedett maximális mágneses indukció határérték 50 Hz-es tér esetén az ICNIRP 2010-es ajánlása szerint?	$B = \dots 1000 \dots \mu T$
Egy 20kV-os szabadvezeteki hálózat csillagpontja 1000 Ω -os Petersen-tekercsen keresztül van földelve. A szabadvezetékek zérus sorrendű kapacitása $8 \frac{nF}{km}$. Határozzuk meg, hogy legfeljebb hány km kiterjedésű vezetékhálózat kompenzálására alkalmas a Petersen-tekercs! (Pontos kompenzálás esetén! A transzformátor reaktanciáját elhanyagolhatjuk.)	$L = \dots 132 \dots km$
Adja meg az X soros reaktanciával jellemzett vezetéken két, szabályozott feszültségű (U_s , U_R) végpont között átvihető maximális hatásos teljesítmény kifejezését!	$P_{max} = \frac{U_s U_R}{X}$

(10 pont)

4. feladat

Egy lakott településtől távol fekvő vízerőmű a következő elrendezésnek megfelelően kapcsolódik a hálózat többi részéhez. Számítsa ki a zárlati áramot a T2 transzformátor középfeszültségű oldalán, ha egy fa mindhárom fázisra ráborul! Számítsa ki a hibahelyre a háromfázisú zárlati teljesítményt a T2 transzformátor névleges adatainak figyelembe vételével! Rajzolja fel a hibahelyi feszültségszintre redukált helyettesítő vázlatot! (A számításokat a közös feszültségszintre redukálás módszerével a hibahelyi feszültségszintre végezze el!)



Megoldás:

U_G [kV] (1p)	X_G [Ω] (1p)	X_{Tr1} [Ω] (1p)	X_V [Ω] (1p)	X_{Tr2} [Ω] (1p)	I_z [A] (1p)	$S_{z^{3F}}$ [MVA] (1p)
22,3	0,23	3,26	40	72	418	86,9
23,3	3,36	34,85	3,75	22,05	1303	26,6
21,2	0,015	371,5	426,49	6,75	1238	82,9
36,75	3,71	32,6	12,25	0,184	2147	78,8

Számítás, modell (helyes sorrendi modell 3 pont!):

$$U'_G = \frac{10 \text{ kV}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{132 \text{ kV}}{10,5 \text{ kV}} \cdot \frac{36,75 \text{ kV}}{120 \text{ kV}} = 22,3 \text{ kV}$$

$$X'_G = \frac{10}{100} \cdot \frac{10 \text{ kV}^2}{44 \text{ MVA}} \cdot \left(\frac{132 \text{ kV}}{10,5 \text{ kV}} \right)^2 \cdot \left(\frac{36,75 \text{ kV}}{120 \text{ kV}} \right)^2 = 3,36 \Omega$$

$$X'_{T1} = \frac{8}{100} \cdot \frac{132 \text{ kV}^2}{40 \text{ MVA}} \cdot \left(\frac{36,75 \text{ kV}}{120 \text{ kV}} \right)^2 = 3,26 \Omega$$

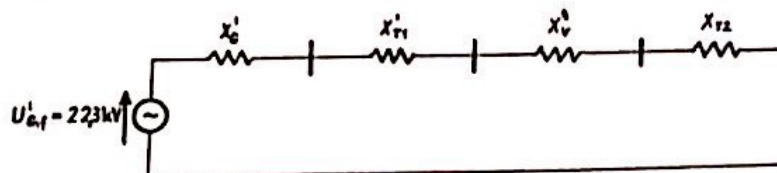
$$X_{T2} = \frac{10}{100} \cdot \frac{36,75 \text{ kV}^2}{20 \text{ MVA}} = 6,75 \Omega$$

$$X'_V = x^* / (36,75 \text{ kV}^2 / 120 \text{ kV}^2) = 3,75 \Omega$$

$$I_2 = U'_G / j \sum X = 22,3 \text{ kV} / j 17,12 \Omega = -j 1303 \text{ A}$$

$$S_2^{3F} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_2 = \sqrt{3} \cdot 36,75 \text{ kV} \cdot 1,303 \text{ kA} = 82,9 \text{ MVA}$$

Az egyfázisú helyettesítő kapcsolás:

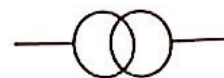


(12 pont)

5. feladat

Az alábbi Dyn5 kapcsolási csoportú transzformátor 10 kV-os oldalán adottak a fázisfeszültségek:

$$U_a = 0 \text{ kV}, \quad U_b = -9 - j3\sqrt{3} \text{ kV}, \quad U_c = -9 + j3\sqrt{3} \text{ kV}$$



Számítsa ki a kisfeszültségű oldalon mérhető fázisfeszültségek komplex effektív értékét (U_a^y, U_b^y, U_c^y)!

10 kV/0.4 kV

Megoldás:

U^0_0 [kV] (1p)	U^0_1 [kV] (1p)	U^0_2 [kV] (1p)	U^y_0 [kV] (1p)	U^y_1 [kV] (1p)	U^y_2 [kV] (1p)	U^y_a [kV] (2p)	U^y_b [kV] (2p)	U^y_c [kV] (2p)
-6	-6	0	18	0,24 e^{j150°	150 e^{-j150°	0,24 e^{j150°	150 e^{-j150°	0,24 e^{j30°
-18	6	6	6	150 e^{-j150°	0,72 e^{-j150°	0,24 e^{-j150°	0,24 e^{j30°	j0,24
6	-18	18	-18	-0,24 e^{-j150°	0,24 e^{-j150°	0,24 e^{j30°	j0,24	0,72 e^{-j30°
18	18	-18	-6	0,24 e^{-j150°	-0,24 e^{-j150°	j0,24	0,24 e^{-j30°	0,24 e^{-j30°
0	0	-6	0	0,72 e^{-j150°	0	0,72 e^{-j150°	j0,72	150 e^{j150°

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény!):

5. feladat

(12 pont)

Az alábbi Dyn5 kapcsolási csoportú transzformátor 10 kV-os oldalán adottak a fázisfeszültségek:

$$U_a = 0 \text{ kV}, \quad U_b = -9 - j3\sqrt{3} \text{ kV}, \quad U_c = -9 + j3\sqrt{3} \text{ kV}$$



10 kV/0.4 kV

Számítsa ki a kisfeszültségű oldalon mérhető fázisfeszültségek komplex effektív értékét (U_a^y, U_b^y, U_c^y)!

Megoldás:

U^D_0 [kV] (1p)	U^D_1 [kV] (1p)	U^D_2 [kV] (1p)	U^D_0 [kV] (1p)	U^D_1 [kV] (1p)	U^D_2 [kV] (1p)	U^D_0 [kV] (2p)	U^D_1 [kV] (2p)	U^D_2 [kV] (2p)
-6	-6	0	18	$0,24 e^{j150^\circ}$	$150 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{j150^\circ}$	$150 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{j30^\circ}$
-18	6	6	6	$150 e^{-j150^\circ}$	$0,72 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{j30^\circ}$	$j0,24$
6	-18	18	-18	$-0,24 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{-j150^\circ}$	$0,24 e^{j30^\circ}$	$j0,24$	$0,72 e^{-j30^\circ}$
18	18	-18	-6	$0,24 e^{-j150^\circ}$	$-0,24 e^{-j150^\circ}$	$j0,24$	$0,24 e^{-j30^\circ}$	$0,24 e^{-j30^\circ}$
0	0	-6	0	$0,72 e^{-j150^\circ}$	0	$0,72 e^{-j150^\circ}$	$j0,72$	$150 e^{j150^\circ}$

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény!):

$$\begin{bmatrix} U_0 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} U_0^D &= \frac{1}{3} [0 + (-9 - j3\sqrt{3}) + (-9 + j3\sqrt{3})] = -6 \text{ kV} \\ U_1^D &= \frac{1}{3} [0 + a(-9 - j3\sqrt{3}) + a^2(-9 + j3\sqrt{3})] = -6 \text{ kV} \\ U_2^D &= \frac{1}{3} [0 + a^2(\dots) + a(\dots)] = 0 \end{aligned}$$

sorrendi összetevőkre:

$$+ : U_1^y = U_1^D \cdot e^{-j5 \cdot 30^\circ}$$

$$- : U_2^y = U_2^D \cdot e^{+j5 \cdot 30^\circ}$$

$\emptyset$: nem viszi át a transzformátor, mert nem alakulhat ki zérus sorrendű összetevő ebben az esetben

$$U_1^y = \frac{+6}{10} \cdot \frac{0,4}{10} \cdot e^{-j150^\circ} = +0,24 \cdot e^{-j150^\circ} \text{ kV}$$

$$U_2^y = \frac{0}{10} \cdot \frac{0,4}{10} \cdot e^{+j150^\circ} = 0$$

$$U_2^y = 0$$