

Dátum: \_\_\_\_\_ Név: \_\_\_\_\_ Neptun kód: \_\_\_\_\_

Villamos energetika (BMEVIVEA207) **B** terem: \_\_\_\_\_ ülőhely: \_\_\_\_\_

**1. feladat („beugró”, folytatása a túloldalon)**

(feladatonként 1 pont)

**1.1** Mekkora az energiarendszer KF (MW/Hz) fogyasztói frekvenciatényezője, ha  $P_{F0} = 6000$  MW,  $f_0 = 50$  Hz és a  $k_{pf}$  frekvenciaérzékenység 0,8?

$$K_F = k_{pf} \frac{P_{F0}}{f_0} = 0,8 \frac{6000 \text{ MW}}{50 \text{ Hz}} = 96 \frac{\text{MW}}{\text{Hz}}$$

**1.2** Egy távvezeték pozitív sorrendű impedanciája  $(3+j6) \Omega$ , a távvezetéken átfolyik fázisonként  $(80-j10)$  A áram. Határozza meg a fázisvezetőkben keletkező hosszirányú feszültségését!

$$\Delta U_h = 3\Omega \cdot 80\text{A} - 6\Omega \cdot (-10\text{A}) = 240\text{V} + 60\text{V} = 300\text{V}$$

**1.3** Adja meg az egyfázisú hatásos teljesítményt, ha adott a fázisfeszültség (U) és fázisáram effektív értéke (I), valamint a teljesítménytényező ( $\cos\varphi$ )!

$$P_{1f} = UI \cos\varphi$$

**1.4** Mekkora az egyenértékű földvisszavezetési mélység 50 Hz frekvencián, egy 50  $\Omega$ m fajlagos ellenállású talajban?

$$D_e = 659 \sqrt{\frac{\rho}{f}} = 659 \sqrt{\frac{50}{50}} = 659 \text{ m}$$

**1.5** Egy soros RL elemen eső feszültség effektív értéke 230V. Az ellenállás értéke 8  $\Omega$ , a tekercs reaktanciája 6  $\Omega$ . Határozza meg az áram komplex effektív értékét!

$$Z = R + jX = (8 + j6)\Omega = 10 e^{j36,9^\circ} \Omega$$
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230\text{V}}{10 e^{j36,9^\circ} \Omega} = (8,4 - j13,8)\text{A} = 23 e^{-j36,9^\circ} \text{A}$$

18,4

**Értékelés:** Ha az 1. feladat eredménye <40%, akkor az összes többi feladat automatikusan 0 pont. A dolgozat érdemjegye az összpontszámtól függően: 40 %-tól **2**, 55 %-tól **3**, 70 %-tól **4**, 85 %-tól **5**



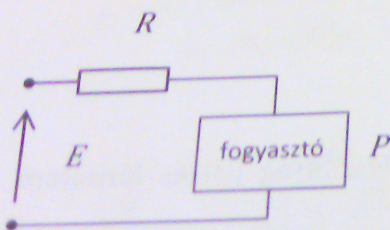
1. feladat („beugró”, folytatás)

(feladatonként 1 pont)

1.6 Adottak a következő szimmetrikus feszültségek:  $U_0 = 100 \text{ V} \angle 0^\circ$ ,  $U_1 = 100 \text{ V} \angle 0^\circ$ ,  $U_2 = 100 \text{ V} \angle 0^\circ$ . Határozza meg a fázisfeszültségeket!

$$\begin{bmatrix} U_a \\ U_b \\ U_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_0 \\ U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 100 \\ 100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 300 \text{ V} \\ 0 \text{ V} \\ 0 \text{ V} \end{bmatrix}$$

1.7 Az alábbi sugaras hálózaton  $E = 230 \text{ V}$ ,  $R = 0,5 \Omega$ . Feszültségstabilitás szempontjából mekkora lehet a fogyasztó maximális határos teljesítményfelvétele ( $P_{\max}$ ), ha az a feszültségtől függetlenül állandó?



$$P_{\max} = \frac{E^2}{R} = \frac{(230 \text{ V})^2}{0,5 \Omega} = 105,8 \text{ kW}$$

1.8 Egy Dy11 kapcsolási csoporttal jellemezhető ideális transzformátor csillag oldalán mért negatív sorrendű feszültség 1 v.e. Mekkora a delta oldali negatív sorrendű feszültség?

0,2 v.e.

$1e^{j30^\circ}$

$0,2 e^{j30^\circ}$

Karikázza be a helyes választ!

1.9 Kisfeszültségű vezeték induktivitása domináns, ellenállása elhanyagolható.

IGAZ

HAMIS

1.10 A hálózati frekvencia csökkenése a határos teljesítményfelvétel csökkenését idézi elő.

IGAZ

HAMIS

Értékelés: Ha az 1. feladat eredménye <40%, akkor az összes többi feladat automatikusan 0 pont. A dolgozat érdemjegye az összpontszámtól függően: 40 % -tól 2, 55 % -tól 3, 70 % -tól 4, 85 % -tól 5



Dátum: \_\_\_\_\_ Név: \_\_\_\_\_ Neptun kód: \_\_\_\_\_

Villamos energetika (BMEVIVEA207) B terem: \_\_\_\_\_ ülőhely: \_\_\_\_\_

## 2. feladat

(8 pont)

A fogyasztói teljesítményfelvétel ( $P$  és  $Q$ ) függ a feszültségtől és a frekvenciától.

- Adja meg ennek matematikai leírását (az érzékenységi tényezők alapján) a hatásos teljesítményre!
- Mi az érzékenységi tényezők értéke, ha a fogyasztó egy *párhuzamos* R-L tag?
- Ábra segítségével vagy levezetéssel határozza meg, hogy mekkora a frekvenciaváltozás, ha változik a fogyasztói hatásos teljesítmény, de az erőműveket nem szabályozzuk?

a)  $P = P_0 (U/U_0)^{k_{pu}} (f/f_0)^{k_{pf}}$  vagy  $P = P_0 + P_0 (k_{pu} \Delta U / U_0 + k_{pf} \Delta f / f_0)$  3p

b)  $P = P_0 (U/U_0)^2$   $Q = Q_0 (U/U_0)^2 (f/f_0)^{-1}$  2p

vagyis  $k_{pu} = 2$ ,  $k_{pf} = 0$ ,  $k_{qu} = 2$ ,  $k_{qf} = -1$

- c) Fogyasztói egyenes egyenlete:  $P = P_{F0} + K_F \cdot \Delta f$ , fogy.telj.változás hatására  $P' = P_{F0}' + K_F \cdot \Delta f$ ,  
de  $P = P'$ ,  $\Delta P_{F0} = P_{F0}' - P_{F0}$ , innen  $\Delta f = -\Delta P_{F0} f_0 / (P_{F0} k_f)$  3p



Dátum: \_\_\_\_\_

Név: \_\_\_\_\_

Neptun kód: \_\_\_\_\_

Villamos energetika (BMEVIVEA207) **B** terem: \_\_\_\_\_

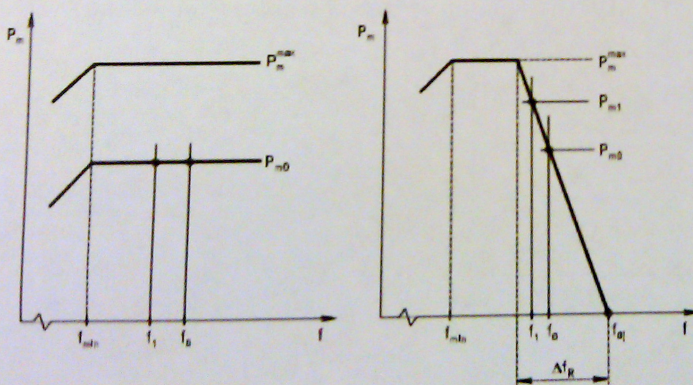
ülőhely: \_\_\_\_\_

**3. feladat**

(12 pont)

A frekvenciatartásban fontos szerepe van a turbina (mechanikai) teljesítmény  $P(f)$  karakterisztikájának és az ún. szekunder szabályozásnak.

- Ábrán adja meg a frekvenciára érzéketlen (a1) ill. a frekvenciaváltozásra szabályozással válaszoló (a2) idealizált  $P(f)$  karakterisztikákat!
- Értelmezze a statizmus fogalmát és a szabályozás MW/Hz meredekségét ( $K_g$ ) a karakterisztika alapján!
- Mutassa meg a primer- ill. szekunder-szabályozás elvi működését az a2 karakterisztikához!
- A szabályozás meredekségének ( $K_g$ ) és a fogyasztói frekvencia tényezőnek ( $K_F$ ) ismeretében vezesse le, hogy mekkora lesz a frekvenciaváltozás az a2 karakterisztika esetén egy hirtelen fogyasztói teljesítmény-változás esetén!

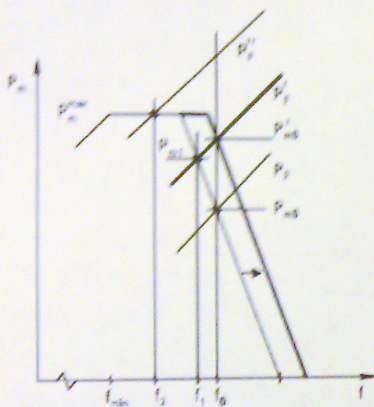


2p

A  $P(f)$  karakterisztika átlagos arányossága, az ún. statizmus, az

$$R = 100 \Delta f / f_{nev} \quad [ \% ]$$

2p



+ magyarázat

4p

A  $\Delta f = f_1 - f_0$  frekvenciaváltozás hatására a (4-11) és (4-14) alkalmazásával

$$P_1' = P_0' + K_F \Delta f$$

és 
$$P_{m1} = P_{m0} - K_g \Delta f$$

írható és az  $f_1$  frekvencián létrejött  $P_{m1} = P_1'$  egyensúly, valamint a  $P_{m0} = P_{F0}$  alapján a frekvenciaváltozást a

$$\Delta f = - (P_{F0}' - P_{F0}) / (K_g + K_F) \tag{4-16}$$

4p



4. feladat

(12 pont)

Egy 21 kV névleges feszültségű, végtelennek tekintett hálózatról egy 20 km hosszú,  $r = 0,38 \text{ Ohm/km}$  és  $x = 0,38 \text{ Ohm/km}$  adatokkal jellemzett távvezetéken egyetlen (háromfázisú) induktív fogyasztót látunk el, melynek névleges feszültsége  $U_n = 20 \text{ kV}$ , hatásos teljesítményfelvétele  $P = 2 \text{ MW}$  (a fogyasztót tekintjük áramtartónak). Mekkora lenne a hosszirányú feszültségesés a vezetéken, ha

- a fogyasztó teljesítménytényezője 0,8 lenne?
- a fogyasztó teljesítménytényezője 0,98 lenne?
- Mekkora kapacitású, deltába kapcsolt söntkondenzátorok szükségesek ahhoz, hogy a fogyasztói teljesítménytényezőt 0,8-ról 0,98-ra javítsuk?

$$R_v = 20 * 0,38 = 7,6 \text{ Ohm}, X_v = 20 * 0,38 = 7,6 \text{ Ohm}$$

A fogyasztó áramfelvétele:

- $I_f = (P / \cos\phi) / (\sqrt{3} * U_n) * (\cos\phi - 1j * \sin\phi) = (2 \text{ MW} / 0,8) / (\sqrt{3} * 20 \text{ kV}) * (0,8 - j * 0,6) = 57,7 - j * 43,3 \text{ A}$  2p
- $I_f = (P / \cos\phi) / (\sqrt{3} * U_n) * (\cos\phi - 1j * \sin\phi) = (2 \text{ MW} / 0,98) / (\sqrt{3} * 20 \text{ kV}) * (0,98 - j * 0,199) = 57,7 - j * 11,7 \text{ A}$  2p

A hosszirányú feszültségesés:

- $D_{U_h} = R I_w - X I_m = 7,6 * 57,7 + 7,6 * 43,3 = 767,6 \text{ V}$  2p
- $D_{U_h} = R I_w - X I_m = 7,6 * 57,7 + 7,6 * 11,7 = 527,4 \text{ V}$  2p

Kondi:

- A meddőteljesítmény különbség:  $DQ = 2 \text{ MW} * [\tan(\arccos(0,8)) - \tan(\arccos(0,98))] = 2 \text{ MVA} * (0,75 - 0,2) = 1,5 \text{ Mvar} - 0,4 \text{ Mvar} = 1,1 \text{ Mvar}$ . 2p

Ennyit kell a kondiknak összesen betáplálni. Egy kondi ennek a harmadát termeli, és rá a vonali feszültség jut.

Mivel  $DQ/3 = U_n^2 / X_c = U_n^2 \omega C$ , ezért  $C = DQ / 3(U_n^2 * \omega) = 2,9 \mu\text{F}$  egy kondi kapacitása. 2p



Dátum: \_\_\_\_\_

Név: \_\_\_\_\_

Neptun kód: \_\_\_\_\_

Villamos energetika (BMEVIVEA207) **B** terem: \_\_\_\_\_

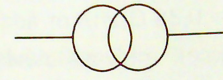
ülőhely: \_\_\_\_\_

## 5. feladat

10  
(8 pont)

Az alábbi Dy5 kapcsolási csoportú transzformátor 10 kV-os oldalán adottak a fázisfeszültségek:

$$U_a = 12 \text{ kV}, U_b = 9,17 \text{ kV} / -131^\circ, U_c = 9,17 \text{ kV} / 131^\circ.$$



10 kV/0.4 kV

Számítsa ki a kisfeszültségű oldalon mérhető fázisfeszültségek komplex effektív értékét

 $(U_a^y, U_b^y, U_c^y)$ !

$$0: U_s = \frac{1}{3} \cdot \bar{1} \cdot U_f \quad a = e^{j120}$$

$$U_1 = \frac{1}{3} (12 + a \cdot 9,17 \cdot e^{-j131} + a^2 \cdot 9,17 \cdot e^{j131}) = 10 \text{ kV}$$

$$U_2 = \frac{1}{3} (12 + a^2 \cdot 9,17 \cdot e^{-j131} + a \cdot 9,17 \cdot e^{j131}) = 2 \text{ kV}$$

$$U_0 = \frac{1}{3} (12 + 9,17 \cdot e^{-j131} + 9,17 \cdot e^{j131}) = \cancel{4,6} \text{ kV} \sim 0 \text{ kV}$$

2-3

Forgatás:

$$U^{k+} = U^{k+} \cdot e^{-jk300} \quad [v.e.]$$

$$U^{k-} = U^{k-} \cdot e^{jk300} \quad [v.e.]$$

$$U^{k0} = U^{k0} \cdot e^{jk300} \quad [v.e.] \text{ ha } k = \{2, 6, 10\}$$

$$k = 5$$

$$U_1 = 10 \text{ kV} \cdot \frac{0,4}{10} \cdot e^{-j150} = 0,4 \text{ kV} \cdot e^{-j150}$$

$$U_2 = 2 \text{ kV} \cdot \frac{0,4}{10} \cdot e^{j150} = 0,08 \text{ kV} \cdot e^{j150}$$

$$U_0 = 0 \text{ kV}$$

3

$$U_f = T \cdot U_s$$

$$U_a = U_0 + U_1 + U_2 = 0 \text{ kV} + 0,08 \text{ kV} \cdot e^{j150} + 0,4 \text{ kV} \cdot e^{-j150} = -0,415 - j0,16 \text{ kV}$$

$$U_b = U_0 + a^2 \cdot U_1 + a \cdot U_2 = 0 \text{ kV} + e^{j240} \cdot 0,08 \text{ kV} \cdot e^{j150} + e^{j120} \cdot 0,4 \text{ kV} \cdot e^{-j150} = 0,415 - j0,16 \text{ kV}$$

$$U_c = U_0 + a \cdot U_1 + a^2 \cdot U_2 = 0 \text{ kV} + e^{j120} \cdot 0,08 \text{ kV} \cdot e^{j150} + e^{j240} \cdot 0,4 \text{ kV} \cdot e^{-j150} = 0 + j0,32 \text{ kV}$$

$$U_a = 0,44 \text{ kV} \angle -158,9^\circ \quad U_b = 0,44 \text{ kV} \angle -21,08^\circ \quad U_c = 0,32 \text{ kV} \angle 90^\circ$$

2-3

Értékelés: Ha az 1. feladat eredménye &lt;40%, akkor az összes többi feladat automatikusan 0 pont.

A dolgozat érdemjegye az összpontszámától függően: 40 % -tól 2, 55 % -tól 3, 70 % -tól 4, 85 % -tól 5