

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

(feladatonként 1 pont)

1.1 Mekkora egy 200 MW maximális teljesítményű, $R = 5\%$ statizmussal jellemezhető turbina-generátor egység frekvenciatényezője, ha $f_{névleges} = 50\text{ Hz}$?

$$\Delta f_R = R \cdot f_{névleges} = 5\% \cdot 50\text{ Hz} = 2,5\text{ Hz}$$
$$K_g = -\frac{P_{max}}{\Delta f_R} = -\frac{200\text{ MW}}{2,5\text{ Hz}} = -80 \frac{\text{MW}}{\text{Hz}}$$

1.2 Egy távvezeték pozitív sorrendű impedanciája $(4+j6)\ \Omega$, a távvezetéken átfolyik fázisonként $(120-j20)\text{ A}$ áram. Határozza meg a fázisvezetőkben keletkező hosszirányú feszültségesést!

$$\Delta U_h = 4\ \Omega \cdot 120\text{ A} - 6\ \Omega \cdot (-20\text{ A}) = 480\text{ V} + 120\text{ V} = 600\text{ V}$$

1.3 Adja meg egy fogyasztó háromfázisú (látszólagos) teljesítményét, ha adott a vonali feszültség (U_n) és a fázisáram effektív értéke (I_n), valamint a teljesítménytényező ($\cos\varphi$)!

$$S_n = \sqrt{3} U_n I_n$$

1.3 Adja meg egy fogyasztó háromfázisú (látszólagos) teljesítményét, ha adott a vonali feszültség (U_n) és a fázisáram effektív értéke (I_n), valamint a teljesítménytényező ($\cos\varphi$)!

$$S_n = \sqrt{3} U_n I_n$$

1.4 Egy 120 kV-os, veszteségmentesnek tekintett távvezeték hossza 50 km, hosszegységre eső induktivitása 1,6 mH/km, hosszegységre eső kapacitása 10 nF/km. Mekkora a természetes teljesítménye?

$$R_0 = \sqrt{\frac{L' \cdot l}{C' \cdot l}} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-9}}} = 400\ \Omega$$
$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{(120\text{ kV})^2}{400\ \Omega} = 36\text{ MW}$$

1.5 Egy soros RC elemen eső feszültség effektív értéke 230V. Az ellenállás értéke 16 Ω , a kondenzátor reaktanciája 12 Ω . Határozza meg az áram komplex effektív értékét!

$$Z = R - jX_c = (16 - j12)\ \Omega = 20e^{-j36,87^\circ}\ \Omega$$
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230\text{ V}}{20e^{-j36,87^\circ}\ \Omega} = 11,5e^{j36,87^\circ}\ \text{A} = (9,2 + j6,9)\text{ A}$$

Dátum: _____ Név: _____ Neptun kód: _____

Villamos energetika (BMEVIVEA207) A terem: _____ ülőhely: _____

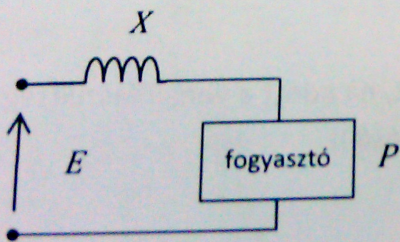
1. feladat („beugró”, folytatás)

(feladatonként 1 pont)

1.6 Adottak a következő fázisáramok: $I_a = 15 \text{ A} \angle 0^\circ$, $I_b = 0 \text{ A} \angle 0^\circ$, $I_c = 0 \text{ A} \angle 0^\circ$. Határozza meg az áramok szimmetrikus összetevőinek értékét!

$$\begin{bmatrix} I_0 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = (1/3) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = (1/3) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 15 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \text{ A} \\ 5 \text{ A} \\ 5 \text{ A} \end{bmatrix}$$

1.7 Az alábbi sugaras hálózaton $E = 20 \text{ kV}$, $X = j5 \Omega$. Feszültségstabilitás szempontjából mekkora lehet a fogyasztó maximális hatásos teljesítményfelvétele (P_{\max}), ha az a feszültségtől függetlenül állandó?



$$P_{\max} = \frac{E^2}{2X} = \frac{(20 \text{ kV})^2}{2 \cdot 5 \Omega} = 40 \text{ MW}$$

1.8 Egy Yd9 kapcsolási csoporttal jellemezhető ideális transzformátor delta oldalán mért pozitív sorrendű feszültség 1 v.e. Mekkora a csillag oldali pozitív sorrendű feszültség?

$$1e^{j9 \cdot 30^\circ} = 1e^{j270^\circ} = 1e^{-j90^\circ}$$

Karikázza be a helyes választ!

1.9 Háromfázisú szimmetrikus fogyasztó esetén a nullavezetőn nem folyik áram.

IGAZ

HAMIS

1.10 Viszonylagos egységekkel való számításokor a feszültségalap minden körzetben azonos.

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) A terem: _____ ülőhely: _____

2. feladat

(6 pont)

Adja meg az X soros reaktanciával jellemzett vezetéken két, szabályozott feszültségű végpont között átvihető maximális hatásos teljesítmény értékét! Mi a terhelési szög? Hogy függ az átvitt hatásos teljesítmény a terhelési szögtől? Mekkora a maximálisan átvihető hatásos teljesítmény? Mi a statikus szinkron stabilitás feltétele?

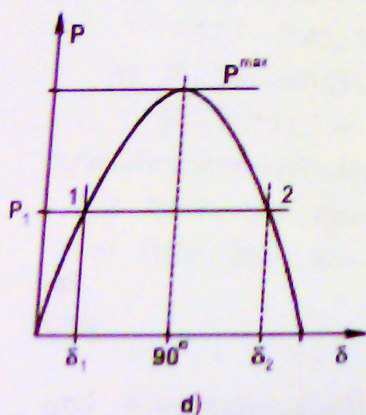
Legyen a két szabályozott feszültség nagysága U_S és U_R ,

a közöttük lévő szög a terhelési szög: δ .

1 pont

Ekkor $P = (U_S U_R / X) \sin \delta$.

2 pont (nem feltétlenül kell ábra)



$$P_{\max} = U_S U_R / X.$$

2 pont

A statikus szinkron stabilitás feltétele:

$$dP/d\delta > 0$$

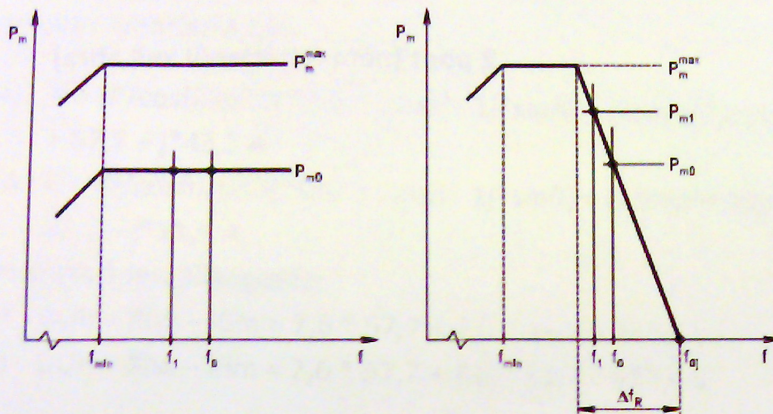
1 pont

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!



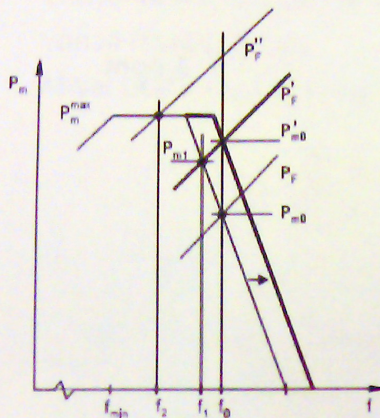
2p

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

$$R = 100 \Delta f_R / f_{név} \quad [\%]$$

$$K_g = \frac{P_{max} - P_{min}}{\Delta f} \quad [MW/Hz]$$

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

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

4p

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) A terem: _____ ülőhely: _____

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

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

A fogyasztó áramfelvétele:

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

A hosszirányú feszültségesés:

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

Kondi:

- A meddőteljesítmény különbség: $DQ = 2 \text{ MW} \cdot [\tan(\arccos(0,8)) - \tan(\arccos(0,98))] = 2 \text{ MVA} \cdot (0,75 - 0,2) = 1,5 \text{ Mvar} - 0,4 \text{ Mvar} = 1,1 \text{ Mvar}$ 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 $C = DQ / (3(U_n^2 \cdot \omega)) = 2,9 \mu\text{F}$ egy kondi kapacitása. 2p

$$X_c = 1,03 \text{ m}\Omega$$

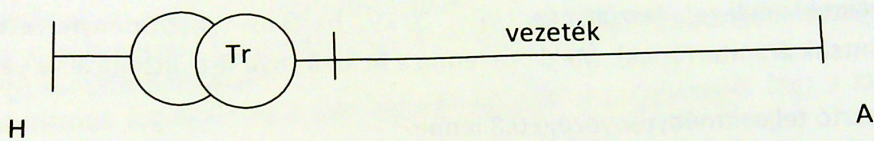
$\sqrt{3}$ behozása \rightarrow köplethiba, mert
de ez a megoldás!

$Q_1 = 0,5$
 $Q_2 = 0,2$
 $DQ = 1$

5. feladat

(10 pont)

Határozza meg az alábbi hálózat A pontjában a háromfázisú zárlati teljesítményt!



H hálózati táppont:

$$U_n = 400 \text{ kV}$$

$$S_z = 8000 \text{ MVA}$$

Tr transzformátor:

$$400/132 \text{ kV}$$

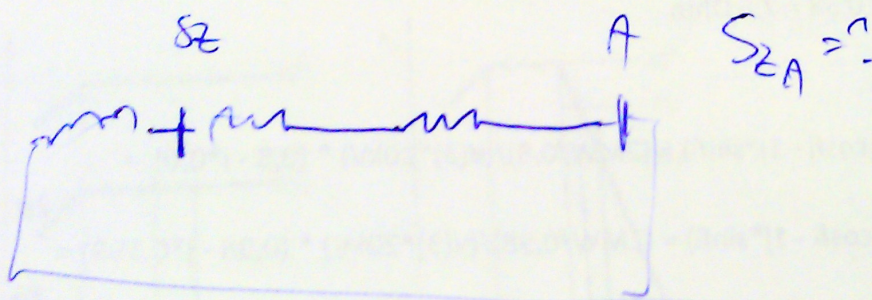
$$S_n = 250 \text{ MVA}$$

$$\varepsilon = 12,5 \%$$

vezeték:

$$l = 50 \text{ km}$$

$$x_L = 0,3 \text{ Ohm/km}$$



$$X_H = \frac{U^2}{S_z}$$

↓

$$X_H + X_{Tr} + X_L = \frac{U^2}{S_{zA}}$$