

Név:..... Terem:Ülőhely:.....

Gyakorlat időpontja, vezetője:

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	
IMSc	

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

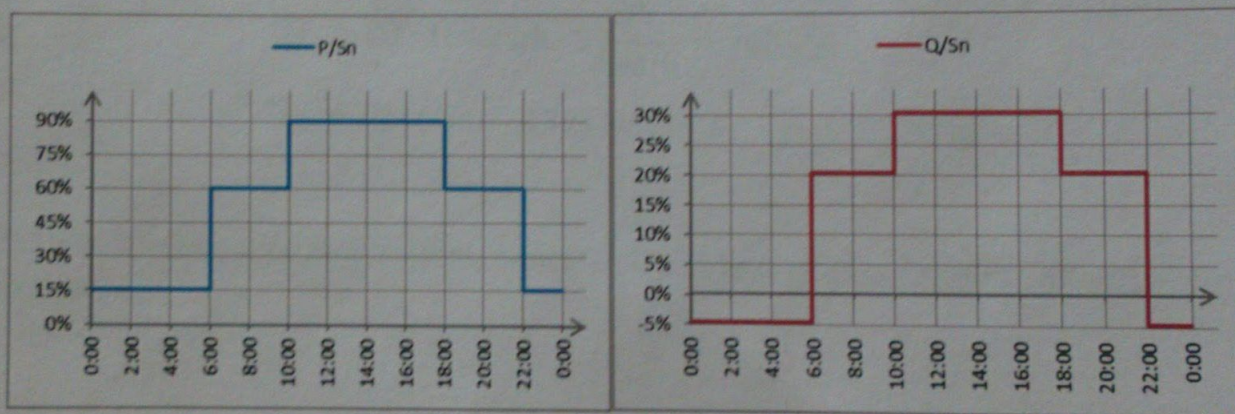
Ha bármely feladat eredménye kisebb, mint a feladatra adható összpontszám 40%-a, akkor az a feladat automatikusan 0 pontot ér. A lehetséges megoldások közül egyértelműen **karikázással jelezze a helyesnek gondolt megoldást!** Egy jó megoldás létezik minden feladat esetén, amelyet kérünk **részletes számítással (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 szerezhető 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

8 pont

Egy háromfázisú kitesztelésre ($U_n=0,4$ kV) csatlakozó ipari fogyasztó munkanapi, névleges teljesítményéhez viszonyított hatásos és meddő teljesítmény felvételét az alábbi grafikonok írják le. A fogyasztó névleges teljesítménye $S_n = 40$ kVA.



- a) Határozza meg a fogyasztó teljesítménytényezőjét a völgy- (22-06), valamint a csúcsidőszakban (10-18)!
- b) A villamos energia végfelhasználói ára 40 Ft/kWh, a meddőenergia-díj 5 Ft/kvarh. (Az elfogyasztott hatásos energia 25%-áig az induktív meddő energia térítésmentes, az e feletti, valamint a kapacitív meddő energiáért a fenti díjat kell fizetni.) Mekkora a fogyasztó **havi meddőenergia költsége**, ha az adott hónapban 20 munkanap van?

Megoldás:

Teljesítménytényező [-]		Meddőenergia díj [Ft/hó]	
völgyidőszak (1p)	csúcsidőszak (1p)	kapacitív (3p)	induktív (3p)
0,948 (kap.)	0,948 (kap.)	533,3	2800
0,316 (ind.)	0,316 (ind.)	0	16 000
0,948 (ind.)	0,948 (ind.)	1600	0
0,316 (kap.)	0,316 (kap.)	924	933,3

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény):

a) A teljesítménytényező meghatározása:

(2 pont)

völgyidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = -\frac{0,05}{0,15} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(-0,33) = -18,43^\circ \rightarrow \underline{\cos\varphi = 0,948 \text{ (kap.)}}$$

csúcsidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = \frac{0,30}{0,90} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(0,33) = 18,43^\circ \rightarrow \underline{\cos\varphi = 0,948 \text{ (ind.)}}$$

b) A napi energiameennyiségek (több jó számolási mód létezik):

(1 pont)

$$\left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = \frac{8 \cdot 0,15 + 8 \cdot 0,6 + 8 \cdot 0,9}{24} = 0,55$$

$$E_p = 24 \text{ h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 24 \text{ h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,55 = 528 \text{ kWh}$$

$$E_{Q_{\text{kap}}} = 8 \text{ h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{kap}}}{S_n}\right) = 8 \text{ h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,05 = 16 \text{ kvarh}$$

$$E_{Q_{\text{ind}}} = 16 \text{ h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{ind}}}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 16 \text{ h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,25 = 160 \text{ kvarh}$$

A térítésmentes induktív meddő energia:

(1 pont)

$$E_{Q_{\text{ind,ingyen}}} = 0,25 \cdot E_p = 0,25 \cdot 528 \text{ kWh} = 132 \text{ kvarh}$$

Így a havi **meddőenergia** díjak:

(2 pont)

$$C_{Q_k} = 20 \cdot 16 \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 1600 \text{ Ft}$$

$$C_{Q_i} = 20 \cdot (160 - 132) \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 2800 \text{ Ft}$$

(A megoldás menete a fentitől eltérhet, a megfelelően alátámasztott végeredményért jár a maximális pont.)

2. feladat

(12 pont)

Egy háromfázisú, delta kapcsolású ipari szellőzőmotor kapcsain 400 V vonali feszültségeket mérünk, a motor a hálózatról fázisonként 25 A effektív értékű (szimmetrikus, pozitív sorrendű) áramot vesz fel. A motor teljesítménytényezője $\cos\varphi = 0,8$ (induktív).

A motort 100 m hosszú, ötérvű (3 fázis + PE + N), eneként 10 mm² keresztmetszetű, 0,028 Ωmm²/m fajlagos ellenállású kábelen keresztül tápláljuk.

- Számítsa ki a motor háromfázisú hatásos (P_{3f}) és meddő (Q_{3f}) teljesítményfelvételét!
- Számítsa ki a kábelben fellépő háromfázisú wattos veszteséget (P_v^{3f})!
- Számítsa ki a motor üzemeltetésének éves villamosenergia-költségét (K) 40 Ft/kWh energiaárral kalkulálva, ha az ipari üzem 5/7-es folyamatos munkarendben dolgozik (=hétfő 6:00 órától péntek 22:00 óráig folyamatosan, 52 héten keresztül). A fogyasztásmérő a kábel elején, a motor a kábel végén van, tehát a veszteséget is az üzem fizeti!

Megoldás:

P_{3f} [kW] (3p)	Q_{3f} [kvar] (3p)	P_v^{3f} [W] (3p)	K [Ft] (3p)
10,39	10,39	175	1.728.896
13,86	13,86	336	2.420.454
19,6	18	525	3.228.826
24	24	700	3.351.130

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény!):

$$a) \quad P = \sqrt{3} U_{\text{lin}} I_{\text{eff}} \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 0,8 = 1386 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\text{lin}} I_{\text{eff}} \sin\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 0,6 = 1039 \text{ kvar}$$

$$b) \quad R = \rho \frac{l}{A} = \frac{0,028 \cdot 100}{10} = 0,28 \Omega$$

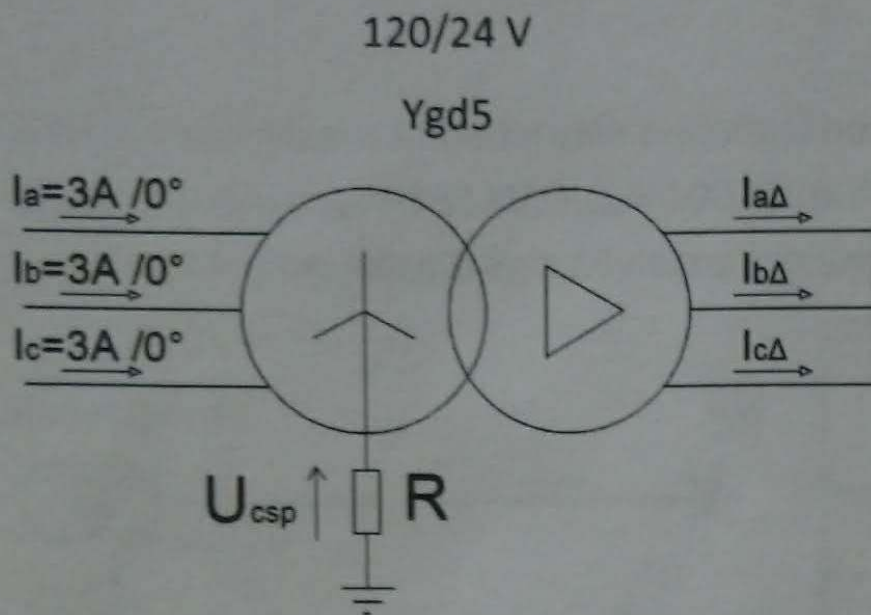
$$P_v = 3 I_{\text{eff}}^2 R = 3 \cdot (25)^2 \cdot 0,28 = 525 \text{ W}$$

$$c) \quad K = \frac{40 \text{ Ft}}{\text{kWh}} \cdot (1386 \text{ kW} + 0,525 \text{ kW}) \cdot \left(52 \frac{\text{h}}{\text{év}} \cdot 112 \frac{\text{h}}{\text{hét}} \right) = 3.351.129,6 \frac{\text{Ft}}{\text{év}}$$

3. feladat

(12 pont)

Egy villamosmérnök hallgató mérést végez az alábbi transzformátoron a laboratóriumban. A 120 V-os oldal csillagpontjába $R=3 \Omega$ ellenállást iktat be. A 120 V-os oldalon az alábbi áramokat méri. Segítsen neki, és adja meg a delta oldali áramokat ($I_{a\Delta}$, $I_{b\Delta}$, $I_{c\Delta}$) és a transzformátor csillagpontjában mérhető feszültséget (U_{csp})!



Megoldás:

$I_{a\Delta}$ [A] (3p)	$I_{b\Delta}$ [A] (3p)	$I_{c\Delta}$ [A] (3p)	U_{csp} [V] (3p)
0	0	0	0
15	15	15	3
45	45	45	9
17	17	17	27
3	3	3	30

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény):

4. feladat

(8 pont)

Határozza meg az alábbi háromfázisú hálózaton a jelölt helyen bekövetkező 2F zárlati áramot a hibahelyen abszolút értékben viszonylagos egységben (I_z) (v.e.), valamint adja meg a vezeték fázisáramainak (I_a, I_b, I_c) effektív értékét Amperben (csak abszolút érték!) a B gyűjtősínnél jelölt helyen!

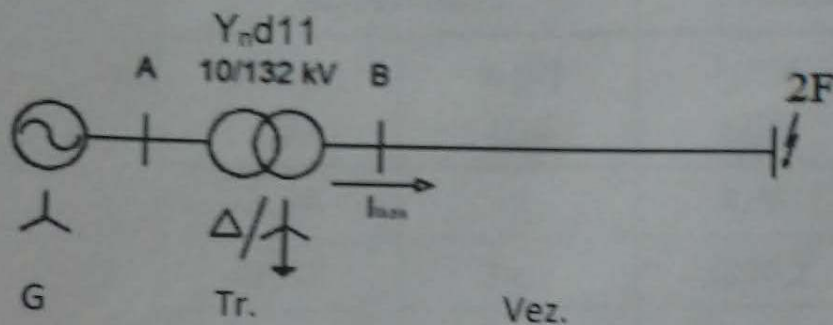
A hálózat sorrendi impedancia adatai:

$$X^{G_1} = X^{G_2} = 0.25 \text{ v.e.}$$

$$X^{Tr_1} = X^{Tr_2} = X^{Tr_0} = 0.12 \text{ v.e.}$$

$$X^{vez_1} = X^{vez_2} = 0.2 \text{ v.e.} \quad X^{vez_0} = 0.6 \text{ v.e.}$$

A fenti viszonylagos impedanciák számításához felvett alaplmenyiségek a transzformátor 132 kV-os oldalán: $U_{alap} = 132 \text{ kV}$, $S_{alap} = 100 \text{ MVA}$. A zárlat üresjárásból következik be, a zárlat előtti generátor kapocsfeszültség a névleges értékkel azonosnak vehető.



I_z [v.e] (2p)	I_{alap} [A] (1p)	I_a [A] (1p)	I_b [A] (1p)	I_c [A] (1p)
2,6316	0,437	0	0	0
1,519	437,4	664,57	664,57	664,57
1,519 (mindegyik fázisban)	757,6	664,41	664,41	664,41
0,8772	5774	1151	1151	1151

Számítás, modell (helyes sorrendi modell 2 pont!):

(10 pont)

5. feladat

Egy háromfázisú, szimmetrikus, fogyasztó névleges adatai:

$$U_n = 10 \text{ kV (vonali)}, S_n = 0,01 \text{ MVA (3F)} \text{ és } \cos\varphi = 0,9 \text{ (kapacitív).}$$

Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű **modelljét** és **határozza meg** annak paramétereit (a névleges adatok felhasználásával), ha a fogyasztót

- impedanciatartónak (soros modell),
- impedanciatartónak (párhuzamos modell)
- áramtartónak feltételezzük!

Rajzolja fel a fogyasztó által felvett áramot a komplex síkon minőségileg helyesen! (1p)

Soros modell		Párhuzamos modell		Áramtartó modell	
$X_s [\Omega]$ (1p)	$R_s [\Omega]$ (1p)	$X_p [\Omega]$ (1p)	$R_p [\Omega]$ (1p)	$I_w [A]$ (1p)	$I_m [A]$ (1p)
-4,36	9	4,36	9	-0,52	-0,252
22942	11,1	2294,2	11,1	0,00052	-0,000252
-4359	9000	-4359	9000	0,52	0,252
4359	11111	-22942	11111	0,9	0,436

Számítás, ábra (helyes ábra 3x1 pont!):

Név:..... Terem:Ülőhely:.....

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
Σ	
IMSc	

Gyakorlat időpontja, vezetője:

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

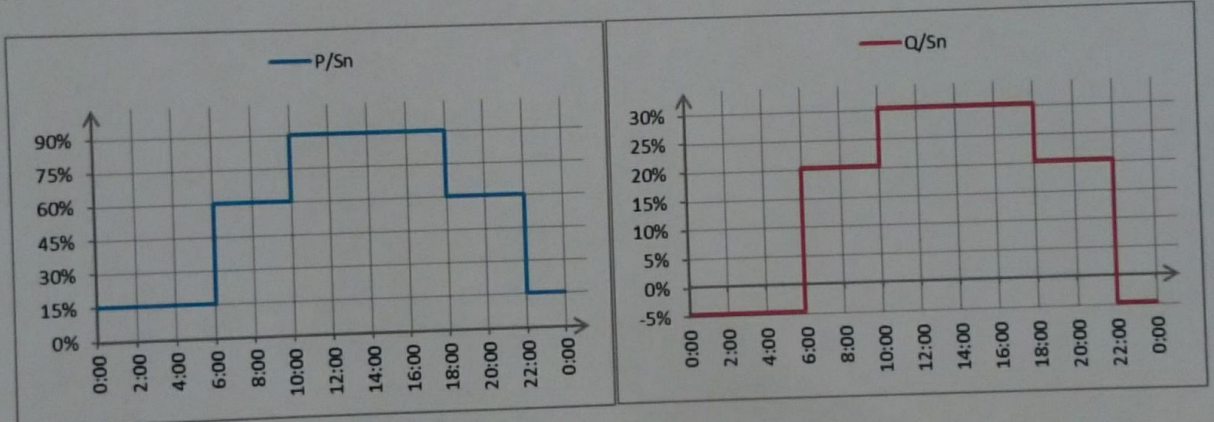
Ha bármely feladat eredménye kisebb, mint a feladatra adható összpontszám 40%-a, akkor az a feladat automatikusan 0 pontot ér. A lehetséges megoldások közül egyértelműen **karikázással jelezze a helyesnek gondolt megoldást!** Egy jó megoldás létezik minden feladat esetén, amelyet kérünk **részletes számítással (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 – a felügyelő tanártól kérhető) megoldásával szerezhető 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

8 pont

Egy háromfázisú kiefeszültségre ($U_n=0,4$ kV) csatlakozó ipari fogyasztó munkanapi, névleges teljesítményéhez viszonyított hatásos és meddő teljesítmény felvételét az alábbi grafikonok írják le. A fogyasztó névleges teljesítménye $S_n = 40$ kVA.



- a) Határozza meg a fogyasztó teljesítménytényezőjét a völgy- (22-06), valamint a csúcsidőszakban (10-18)!
- b) A villamos energia végfelhasználói ára 40 Ft/kWh, a meddőenergia-díj 5 Ft/kvarh. (Az elfogyasztott hatásos energia 25%-áig az induktív meddő energia térítésmentes, az e feletti, valamint a kapacitív meddő energiáért a fenti díjat kell fizetni.) Mekkora a fogyasztó **havi meddőenergia költsége**, ha az adott hónapban 20 munkanap van?

Megoldás:

Teljesítménytényező [-]		Meddőenergia díj [Ft/hó]	
völgyidőszak (1p)	csúcsidőszak (1p)	kapacitív (3p)	induktív (3p)
0,948 (kap.)	0,948 (kap.)	533,3	2800
0,316 (ind.)	0,316 (ind.)	0	16 000
0,948 (ind.)	0,948 (ind.)	1600	0
0,316 (kap.)	0,316 (kap.)	924	933,3

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény):

- a) A teljesítménytényező meghatározása: (2 pont)
völgyidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = -\frac{0,05}{0,15} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(-0,33) = -18,43^\circ \rightarrow \underline{\cos\varphi = 0,948 \text{ (kap.)}}$$

csúcsidőszakban:

$$\frac{Q}{P} = \frac{0,30}{0,90} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = \tan\varphi$$

$$\varphi = \arctan(0,33) = 18,43^\circ \rightarrow \underline{\cos\varphi = 0,948 \text{ (ind.)}}$$

- b) A napi energiamennyiségek (több jó számolási mód létezik): (1 pont)

$$\left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = \frac{8 \cdot 0,15 + 8 \cdot 0,6 + 8 \cdot 0,9}{24} = 0,55$$

$$E_P = 24\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{P}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 24\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,55 = 528 \text{ kWh}$$

$$E_{Q_{\text{kap}}} = 8\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{kap}}}{S_n}\right) = 8\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,05 = 16 \text{ kvarh}$$

$$E_{Q_{\text{ind}}} = 16\text{h} \cdot S_n \cdot \left(\frac{Q_{\text{ind}}}{S_n}\right)_{\text{átlag}} = 16\text{h} \cdot 40 \text{ kVA} \cdot 0,25 = 160 \text{ kvarh}$$

A térítésmentes induktív meddő energia: (1 pont)

$$E_{Q_{\text{ind,ingyen}}} = 0,25 \cdot E_P = 0,25 \cdot 528 \text{ kWh} = 132 \text{ kvarh}$$

Így a havi **meddőenergia** díjak: (2 pont)

$$C_{Q_k} = 20 \cdot 16 \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 1600 \text{ Ft}$$

$$C_{Q_i} = 20 \cdot (160 - 132) \text{ kvarh} \cdot 5 \frac{\text{Ft}}{\text{kvarh}} = 2800 \text{ Ft}$$

(A megoldás menete a fentitől eltérhet, a megfelelően alátámasztott végeredményért jár a maximális pont.)

2. feladat

(12 pont)

Egy háromfázisú, delta kapcsolású ipari szellőzőmotor kapcsain 400 V vonali feszültségeket mérünk, a motor a hálózathoz fázisonként 25 A effektív értékű (szimmetrikus, pozitív sorrendű) áramot vesz fel. A motor teljesítménytényezője $\cos\varphi = 0,8$ (induktív).

A motort 100 m hosszú, ötérfű (3 fázis + PE + N), enenként 10 mm^2 keresztmetszetű, $0,028 \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$ fajlagos ellenállású kábelben keresztül tápláljuk.

- Számítsa ki a motor háromfázisú hatásos (P_{3f}) és meddő (Q_{3f}) teljesítményfelvételt!
- Számítsa ki a kábelben fellépő háromfázisú wattos veszteséget (P_v^{3f})!
- Számítsa ki a motor üzemeltetésének éves villamosenergia-költségét (K) 40 Ft/kWh energiaárral kalkulálva, ha az ipari üzem 5/7-es folyamatos munkarendben dolgozik (=hétfő 6:00 órától péntek 22:00 óráig folyamatosan, 52 héten keresztül). A fogyasztásmérő a kábel elején, a motor a kábel végén van, tehát a veszteséget is az üzem fizeti!

Megoldás:

P_{3f} [kW] (3p)	Q_{3f} [kvar] (3p)	P_v^{3f} [W] (3p)	K [Ft] (3p)
10,39	10,39	175	1.728.896
13,86	13,86	336	2.420.454
19,6	18	525	3.228.826
24	24	700	3.351.130

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény!):

$$a) P = \sqrt{3} U_{\text{vonal}} I_{\text{eff}} \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 0,8 = 13,86 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\text{vonal}} I_{\text{eff}} \sin\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 25 \cdot 0,6 = 10,39 \text{ kvar}$$

$$b) R = s \frac{\rho}{A} = \frac{0,028 \cdot 100}{10} = 0,28 \Omega$$

$$P_v = 3 I_{\text{eff}}^2 R = 3 \cdot (25)^2 \cdot 0,28 = 525 \text{ W}$$

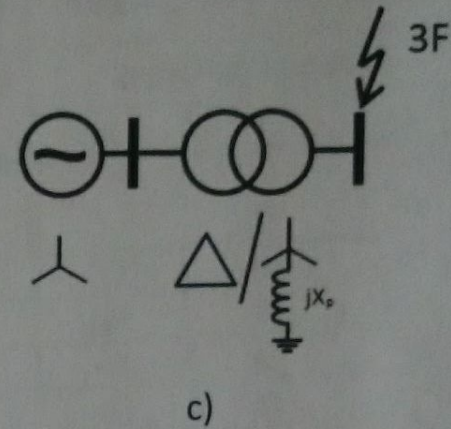
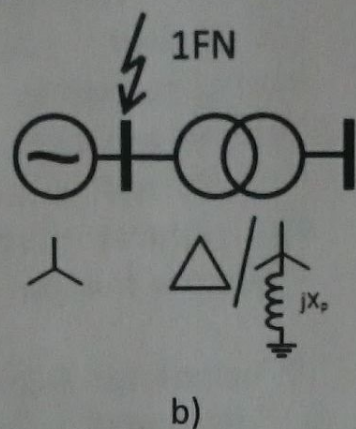
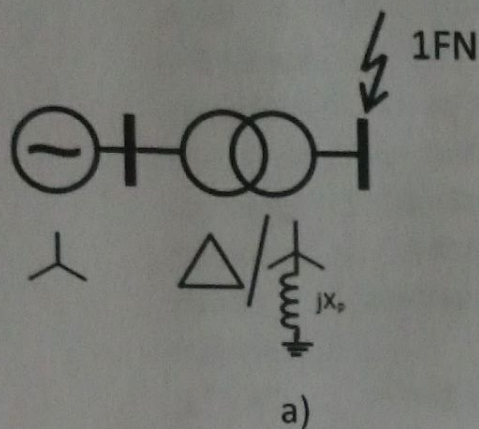
$$c) K = \frac{40 \text{ Ft}}{\text{kWh}} \cdot (13,86 \text{ kW} + 0,525 \text{ kW}) \cdot \left(52 \frac{\text{hét}}{\text{év}} \cdot 112 \frac{\text{h}}{\text{hét}} \right) = 3.351.129,6 \frac{\text{Ft}}{\text{év}}$$

3. feladat

(12 pont)

Adja meg az alábbi esetekre a zárlati áram nagyságát a hibahelyen és a transzformátor csillagponti feszültségét viszonylagos egységben! A generátor feszültsége és az egyes elemek sorrendi reaktanciái viszonylagos egységben adottak az alábbiak szerint:

$$u_1^G = 1, \quad x_1^G = x_2^G = 0,15, \quad x_1^{TR} = x_2^{TR} = x_0^{TR} = 0,12, \quad x_p = 40$$



Megoldás:

a)		b)		c)	
I_z [v.e] (2p)	U_{csp} [v.e] (2p)	I_z [v.e] (2p)	U_{csp} [v.e] (2p)	I_z [v.e] (2p)	U_{csp} [v.e] (2p)
-j0,0248	2,951	∞	1	-j0,043	0
-j0,00828	2,976	-j2,222	0	-j11,112	148,16
-j0,0246	0,992	-j0,0083	0,997	-j3,704	444,48
-j0,0738	0,984	0	266,6	-j0,0248	∞

Számítás (modell, képlet, behelyettesítés, végeredmény!):

4. feladat

(8 pont)

Egy ipari parkban létesülő laboratórium névleges áramfelvétele fázisonként 215 A, a mértékadó $\cos\phi = 0,95$ (ind.), szimmetrikus terhelést feltételezve. A laboratórium háromfázisú energiaellátása az alagsorban elhelyezett 11/0,4 kV-os transzformátorról kisfeszültségen történik. Az alagsori transzformátor és a laboratóriumi villamos elosztószekrény közötti távolság 100 méter. A feszültségesés megengedett mértéke a kábelben 2%;

- a) Határozza meg annak az 5 erű (3 fázis+nulla+PE) rézkábelnek ($\rho_{réz}=0,0175 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$) a keresztmetszetét, amely a transzformátor és az elosztószekrény közé kerülhet beépítésre „B” terhelési csoportnak megfelelő körülmények közé!
- b) Adja meg a kiválasztott kábelben névleges terheléskor (215A) fellépő háromfázisú teljesítményvesztéséget!
- c) Mekkora teljesítményű transzformátor szükséges a laboratórium teljesítmény igényének fedezésére, ha a közeljövőben 20%-os teljesítmény-növekményre lehet számítani?

A vezető keresztmetszete [mm ²]	Megengedett terhelés [A]		
	Terhelési csoportok		
	A	B	C
1,5	16	20	25
2,5	21	27	34
4	27	36	45
6	35	47	57
10	48	65	78
16	63	87	104
25	83	115	137
35	110	143	168
50	140	178	210
70	175	220	260
95	215	265	310
120	255	310	365
150	295	355	415
185	340	405	475
240	400	480	560
300	470	555	645

Megoldás:

A [mm ²] (3p)	P _v [W] (3p)	S _n [kVA] (2p)
70	3466,9	100
95	2554,5	160
120	851,5	250
185	1311,8	630

Számítás (képlet, behelyettesítés, végeredmény):

5. feladat

(10 pont)

Egy háromfázisú, szimmetrikus, fogyasztó névleges adatai:

$$U_n = 10 \text{ kV (vonali)}, S_n = 0,01 \text{ MVA (3F) és } \cos\varphi = 0,9 \text{ (kapacitív).}$$

Rajzolja fel a fogyasztó pozitív sorrendű **modelljét** és **határozza meg** annak paramétereit (a névleges adatok felhasználásával), ha a fogyasztót

- impedanciatartónak (soros modell),
- impedanciatartónak (párhuzamos modell)
- áramtartónak feltételezzük!

Rajzolja fel a fogyasztó által felvett áramot a komplex síkon minőségileg helyesen! (1p)

Soros modell		Párhuzamos modell		Áramtartó modell	
$X_s [\Omega]$ (1p)	$R_s [\Omega]$ (1p)	$X_p [\Omega]$ (1p)	$R_p [\Omega]$ (1p)	$I_w [A]$ (1p)	$I_m [A]$ (1p)
-4,36	9	4,36	9	-0,52	-0,252
22942	11,1	2294,2	11,1	0,00052	-0,000252
-4359	9000	-4359	9000	0,52	0,252
4359	11111	-22942	11111	0,9	0,436

Számítás, ábra (helyes ábra 3x1 pont!):