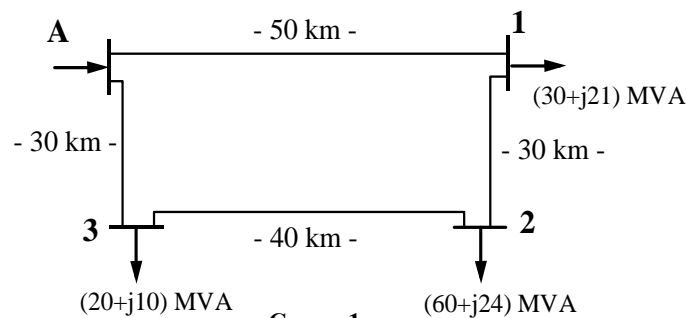


II КОЛОКВИУМ ПО ПРЕДМЕТОТ „ЕЛЕКТРИЧНИ МРЕЖИ“

1. Задача. На сликата 1 е прикажана 110 kV мрежа која се состои од четири делници чиишто должини, изразени во km, се прикажани на самата слика. Сите водови од мрежата се со исти подолжни параметри $\underline{z} = (r + jx) = (0,1+j0,4) \Omega/\text{km}$, додека капацитивноста на водовите се занемарува. На сликата се прикажани и оптоварувањата на потрошувачите. Напонот во напојната точка се држи на константна вредност $U_A = 116 \text{ kV}$. Потребно е:

- Да се пресметаат приближно тековите на моќности во мрежата. Да се одреди точката/точките на раздел на активна и реактивна моќност.
- Со користење на приближните текови на моќности да се пресметаат загубите на моќност во секоја делница и да се пресметаат точните текови на моќност во мрежата. Колку изнесува напонот во јазол 1?

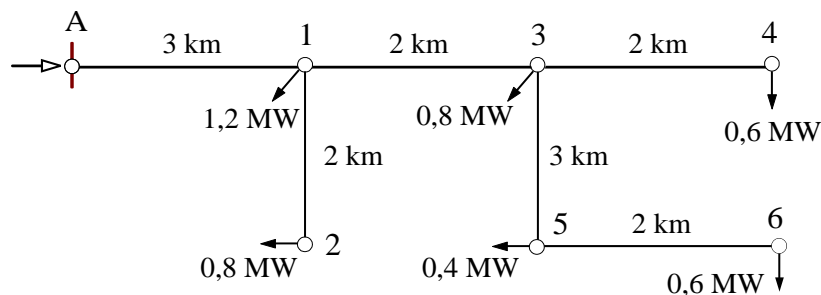


Слика 1.

2. Задача. На сликата 2 е прикажан 20 kV извод од една радијална дистрибутивна мрежа. Должините на водовите (km) и максималните активни моќности на потрошувачите (MW) се дадени на самата слика. Сите потрошувачи се од ист тип и имаат фактор на моќност $\cos \varphi = 0,9$.

- Да се одреди главната магистрала на мрежата и да се изврши нејзино димензионирање според критериумот константен пресек.
- По одредувањето на пресекот на делниците од главната магистрала, да се определи пресекот на отцепот (делницата) 1-2.

Дозволената загуба на напон во мрежата изнесува $\Delta U_{\text{дозв.}} = 5\%$. Податоците за расположливите пресеци на спроводниците и нивните параметри се дадени во табела 1.



Слика 2.

Табела 1. Податоци за подолжните параметри на СН надземни водови

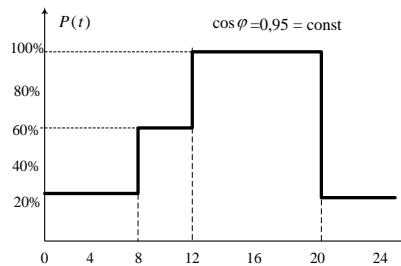
Al/Fe	16/2,5	25/4	35/6	50/8	70/12	95/15
$r, (\Omega/\text{km})$	2,042	1,313	0,911	0,647	0,447	0,331
$x, (\Omega/\text{km})$	0,406	0,391	0,380	0,370	0,357	0,348
$I_d, (\text{A})$	90	125	145	170	235	290
$S_d, (\text{kVA})$	1559	2165	2511	2944	4070	5023

3. Задача. На трансформаторска станица 10/0,4 се приклучени:

- индустриски потрошувач кој работи со константна моќност $P_I = 500 \text{ kW}$ во текот на целото деноноќие и фактор на моќност $\cos \varphi_I = 0,8$ и
- група на домаќинства чијшто дијаграм на оптоварување е претставен на слика 3. и имаат максимална моќност $P_{DM} = 300 \text{ kW}$ и фактор на моќност $\cos \varphi_D = 0,9$ кој е константен преку целиот ден.

Да се пресметаат дневните загуби на електрична енергија во трансформаторот во kW и % во однос на вкупната испорачана енергија.

Податоци за TR: 1000 kVA; 10/0,4 kV/kV; $u_k\% = 5\%$; $\Delta P_{Cm} = 8 \text{ kW}$; $i_0\% = 1,5\%$; $\Delta P_{Fe} = 2 \text{ kW}$



Слика 3.

Време 120 мин. 1а) 15%, 1б) 25%, 2а) 20 %, 2б) 15%; 3) 25%

РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

1. Задача.

а) Пресметка на приближни текови на моќност:

$$\underline{S}_{A-1} = \underline{S}_1 \frac{l_{1B}}{l_{AB}} + \underline{S}_2 \frac{l_{2B}}{l_{AB}} + \underline{S}_3 \frac{l_{3B}}{l_{AB}} = (30 + j21) \frac{100}{150} + (60 + j24) \frac{70}{150} + (20 + j10) \frac{30}{150} = (52 + j27,2) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}_{1-2} = \underline{S}_{A-1} - \underline{S}_1 = (22 + j6,2) \text{ MVA}; \quad \underline{S}_{3-2} = \underline{S}_2 - \underline{S}_{1-2} = (38 + j17,8) \text{ MVA};$$

$$\underline{S}_{A-3} = \underline{S}_3 + \underline{S}_{3-2} = (58 + j27,8) \text{ MVA}$$

Јазолот 2 е точка на раздел за активна и реактивна моќност.

б) Загубите на активна моќност ΔS ќе бидат:

$$\Delta \underline{S}_{A-1} = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{A1} = \frac{52^2 + 27,2^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 50 = (1,423 + j5,692) \text{ MVA};$$

$$\Delta \underline{S}_{1-2} = \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{12} = \frac{22^2 + 6,2^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 30 = (0,130 + j0,518) \text{ MVA};$$

$$\Delta \underline{S}_{3-2} = \frac{P_{3-2}^2 + Q_{3-2}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{32} = \frac{38^2 + 17,8^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 40 = (0,582 + j2,328) \text{ MVA}$$

$$\Delta \underline{S}_{A-3} = \frac{P_{A-3}^2 + Q_{A-3}^2}{U_n^2} \cdot (r + jx) \cdot l_{A3} = \frac{58^2 + 27,8^2}{110^2} \cdot (0,1 + j0,4) \cdot 30 = (1,026 + j4,103) \text{ MVA}$$

Уточнети текови на моќност (лево):

$$\underline{S}''_{1-2} = \underline{S}_{1-2} = (22 + j6,2) \text{ MVA} \quad \underline{S}'_{1-2} = \underline{S}''_{1-2} + \Delta \underline{S}_{1-2} = (22,130 + j6,718) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}''_{A-1} = \underline{S}'_{1-2} + \underline{S}_1 = (52,130 + j27,718) \text{ MVA} \quad \underline{S}'_{A-1} = \underline{S}''_{A-1} + \Delta \underline{S}_{A-1} = (53,553 + j33,410) \text{ MVA}$$

Уточнети текови на моќност (десно):

$$\underline{S}''_{3-2} = \underline{S}_{3-2} = (38 + j17,8) \text{ MVA} \quad \underline{S}'_{3-2} = \underline{S}''_{3-2} + \Delta \underline{S}_{3-2} = (38,582 + j20,128) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}''_{A-3} = \underline{S}'_{3-2} + \underline{S}_3 = (58,582 + j30,128) \text{ MVA} \quad \underline{S}'_{A-3} = \underline{S}''_{A-3} + \Delta \underline{S}_{A-3} = (59,608 + j34,231) \text{ MVA}$$

Напон во јазол 1:

$$\Delta U_d = \frac{P'_{A-1} \cdot r + Q'_{A-1} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A1} = \frac{53,553 \cdot 0,1 + 33,410 \cdot 0,4}{116} \cdot 50 = 8,069 \text{ kV}$$

$$\Delta U_q = \frac{P'_{A-1} \cdot x - Q'_{A-1} \cdot r}{U_A} \cdot l_{A1} = \frac{53,553 \cdot 0,4 - 33,410 \cdot 0,1}{116} \cdot 50 = 7,793 \text{ kV}$$

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_A - \Delta U_d - j \Delta U_q = (107,931 - j7,793) \text{ kV} = 108,212 \cdot e^{-j4^\circ} \text{ kV}$$

2. Задача.

а) Избор на главна магистрала:

$$\Sigma_2 = 4,2 \cdot 3 + 0,8 \cdot 2 = 14,2 \text{ MW} \cdot \text{km}; \quad \Sigma_4 = 4,2 \cdot 3 + 2,2 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 = 17,8 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

$$\Sigma_6 = 4,2 \cdot 3 + 2,2 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 0,6 \cdot 2 = 21,2 \text{ MW} \cdot \text{km} \text{ главна магистрала } \omega_6 = \{1, 3, 5, 6\}$$

Димензионирање на главна магистрала:

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \sum_{i \in \omega_6} Q_{\Sigma i} l_i = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot \sum_{i \in \omega_6} P_{\Sigma i} l_i = \frac{0,38}{20} \cdot 0,484 \cdot 21,2 = 0,195 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{a \text{ doz}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_r = 1 - 0,195 = 0,805 \text{ V};$$

$$A \geq \frac{1000 \cdot \sum P_{\Sigma i} \cdot l_i}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{a.doz}} = \frac{1000 \cdot 21,2}{32 \cdot 20 \cdot 0,805} = 41 \text{ mm}^2; \text{ се избира } 50 \text{ mm}^2.$$

Проверка:

$$\Delta U = \frac{(r_{50} + \tan \varphi \cdot x_{50})}{U_n} \cdot \sum P_{\Sigma i} l_i = \frac{(0,647 + 0,484 \cdot 0,37)}{20} \cdot 21,2 = 0,876 \text{ kV} < \Delta U_{doz}$$

$$I_{A-1} = \frac{P_{\Sigma A-1}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 135 \text{ A} < I_{d50}$$

б) Димензионирање на отцеп 1-2:

$$\Delta U_{locr} = \Delta U_{doz} - \Delta U_{A-1} = 1 - 0,520 = 0,480 \text{ kV};$$

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot P_{1-2} \cdot l_{1-2} = \frac{0,38}{20} \cdot 0,484 \cdot 0,8 \cdot 2 = 0,015 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{adoz} = \Delta U_{locr} - \Delta U_r = 0,480 - 0,015 = 0,465 \text{ kV}$$

$$A_{1-2} \geq \frac{1000 \cdot P_{1-2} \cdot l_{1-2}}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{adoz}} = \frac{1000 \cdot 0,8 \cdot 2}{32 \cdot 20 \cdot 0,465} = 5 \text{ mm}^2 \text{ се избира пресек од } 16 \text{ mm}^2.$$

Проверка:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{P_{\Sigma 1-2} \cdot (r_{16} + \tan \varphi \cdot x_{16})}{U_n} \cdot l_{5-6} = \frac{0,8 \cdot (2,042 + 0,484 \cdot 0,406)}{20} \cdot 2 = 0,179 \text{ kV} < \Delta U_{locr}$$

$$I_{1-2} = \frac{P_{\Sigma 1-2}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 26 \text{ A} < I_{d16}$$

3. Задача.

време	Pd (kW)	Qd (kvar)	Pi (kW)	Qi (kvar)	Pt (kW)	Qt (kW)	St (kVA)
0-8, 20-24	60.0	29.1	500.0	375.0	560.0	404.1	690.6
8 - 12	180.0	87.2	500.0	375.0	680.0	462.2	822.2
12 - 20	300.0	145.3	500.0	375.0	800.0	520.3	954.3

τ (h)
17.25

Пресметка на време на загуби:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{S_i^2}{S_M^2} \cdot \Delta t_i = \left(\frac{690,6^2}{954,3^2} \cdot 12 + \frac{822,2^2}{954,3^2} \cdot 4 + 1 \cdot 8 \right) = 17,25 \text{ h}$$

Пресметка на загуби на моќност и енергија:

$$\Delta W_T = \Delta P_{Fe} \cdot T + \Delta P_{Cun} \cdot \left(\frac{S_M}{S_{nT}} \right)^2 \cdot \tau = 2 \cdot 24 + 8 \cdot \left(\frac{954,3}{1000} \right)^2 \cdot 17,25 = 173,7 \text{ kWh/ден};$$

Пресметка на вкупна енергија:

$$W = P_I \cdot T + P_{DM} (0,2 \cdot 12 + 0,6 \cdot 4 + 1 \cdot 8) = 15840 \text{ kWh/ден}$$

Пресметка на загуби на енергија во %:

$$\Delta W \% = \frac{\Delta W}{W} \cdot 100 = 1,09\%$$