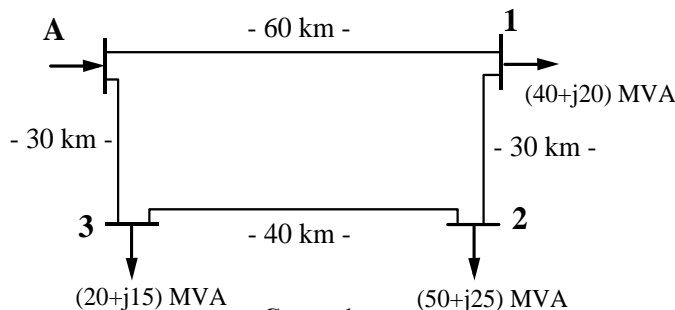


Писмен испит по предметот „ЕЛЕКТРИЧНИ МРЕЖИ“

1. Задача. На сликата 1 е прикажана 110 kV мрежа која се состои од четири делници чиешто 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 $U_A = 115 \text{ kV}$. Потребно е:

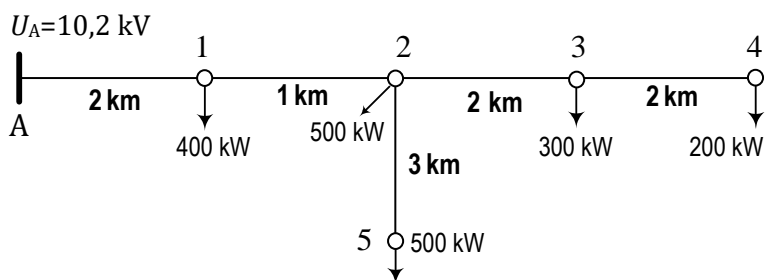
- Да се пресметаат приближно тековите на моќности во мрежата. Да се одреди точката/точките на раздел на активна и реактивна моќност.
- Со користење на приближните текови на моќности да се пресметаат загубите на активна моќност во мрежата и напонот во јазол 1?



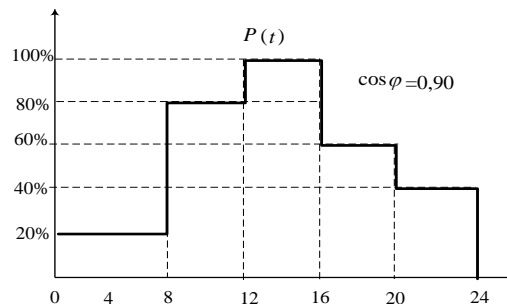
Слика 1.

Забелешка: при пресметка на загубите на моќност и напон да се користи номиналниот напон на мрежата, да се уважи попречната компонента на падот на напонот.

2. Задача. На сликата 2.1 е прикажан 10 kV извод од радијална надземна дистрибутивна мрежа. На самата слика се дадени должините на водовите и максималните активни моќности на потрошувачите. Сите потрошувачи се од ист тип и имаат ист фактор на моќност $\cos \varphi = 0,90 = \text{const.}$ преку целиот ден како и ист облик на дневниот дијаграм на оптоварување, прикажан на сликата 2.2. Податоците за расположливите пресеци на спроводниците, заедно со нивните надолжни параметри се дадени во табела 2.1.



Слика 2.1.



Слика 2.2.

- Да се одреди главната магистрала на мрежата и да се изврши нејзино димензионирање според критериумот на константен пресек, ако дозволената загуба на напон во мрежата изнесува $\Delta U_{\text{доз}} = 5\%$.
- За така димензионираната главната магистрала да се димензионира отцепот во мрежата со критериумот на константен пресек.
- За режимот на работа со максимално оптоварување да се пресметаат загубите на моќност во мрежата ΔP_M .
- Да се пресметаат дневните и годишните загуби на енергија во мрежата ΔW . Притоа да се смета дека максималната моќност како и обликот на дијаграмот на оптоварување се исти во секој ден од годината.

Табела 2.1. 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

Поени: **1а)** 20%; **1б)** 20%; **2.б)** 20 %; **2.в)** 15 %; **2.г)** 10 %; **2.д)** 15 %

Време: 120 мин.

РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

1. Задача.

а) Пресметка на приближни текови на моќност:

$$\underline{S}_{A-1} = \underline{S}_1 \frac{l_{1B}}{l_{AB}} + \underline{S}_2 \frac{l_{2B}}{l_{AB}} + \underline{S}_3 \frac{l_{3B}}{l_{AB}} = (40 + j20) \frac{100}{160} + (50 + j25) \frac{70}{160} + (20 + j15) \frac{30}{160} = (50,625 + j26,250) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}_{1-2} = \underline{S}_{A-1} - \underline{S}_1 = (10,625 + j6,25) \text{ MVA}; \quad \underline{S}_{3-2} = \underline{S}_2 - \underline{S}_{1-2} = (39,375 + j18,75) \text{ MVA},$$

$$\underline{S}_{A-3} = \underline{S}_3 + \underline{S}_{3-2} = (59,375 + j33,75) \text{ MVA}$$

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

б) Загубите на активна моќност $\Delta \underline{S}$ ќе бидат:

$$\Delta P_{A-1} = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A1} = \frac{50,625^2 + 26,25^2}{110^2} \cdot 0,1 \cdot 60 = 1,613 \text{ MW};$$

$$\Delta P_{1-2} = \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{1-2} = \frac{10,625^2 + 6,25^2}{110^2} \cdot 0,1 \cdot 30 = 0,038 \text{ MW};$$

$$\Delta P_{3-2} = \frac{P_{3-2}^2 + Q_{3-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{3-2} = \frac{39,375^2 + 18,75^2}{110^2} \cdot 0,1 \cdot 40 = 0,629 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{A-3} = \frac{P_{A-3}^2 + Q_{A-3}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A-3} = \frac{59,375^2 + 33,75^2}{110^2} \cdot 0,1 \cdot 30 = 1,156 \text{ MW}$$

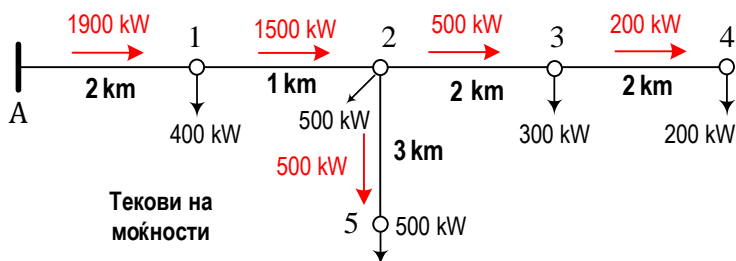
Напон во јазол 1:

$$\Delta U_d = \frac{P_{A-1} \cdot r + Q_{A-1} \cdot x}{U_n} \cdot l_{A-1} = \frac{50,625 \cdot 0,1 + 26,25 \cdot 0,4}{110} \cdot 60 = 8,489 \text{ kV}$$

$$\Delta U_q = \frac{P_{A-1} \cdot x - Q_{A-1} \cdot r}{U_n} \cdot l_{A-1} = \frac{50,625 \cdot 0,4 - 26,25 \cdot 0,1}{110} \cdot 60 = 9,614 \text{ kV}$$

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_A - \Delta U_d - j \Delta U_q = (106,511 - j9,614) \text{ kV} = 106,944 \cdot e^{-j5^\circ} \text{ kV}$$

2. Задача.



а) Одредување на главна магистрала:

$$\omega_4 = \{1,2,3,4\}, \omega_5 = \{1,2,5\}$$

$$\sum_{i \in \omega_4} P_{\Sigma i} l_i = 1900 \cdot 2 + 1500 \cdot 1 + 500 \cdot 2 + 200 \cdot 2 = 6700 \text{ kW} \cdot \text{km}$$

$$\sum_{i \in \omega_5} P_{\Sigma i} l_i = 1900 \cdot 2 + 1500 \cdot 1 + 500 \cdot 3 = 6800 \text{ kW} \cdot \text{km}$$

Главна магистрала е А-1-2-5

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \sum_{i \in \omega_6} Q_{\Sigma i} l_i = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot \sum_{i \in \omega_6} P_{\Sigma i} l_i = \frac{0,38}{10} \cdot 0,484 \cdot 6,8 = 0,125 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{a \text{ doz}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_r = 0,5 - 0,125 = 0,375 \text{ kV};$$

$$A \geq \frac{1000 \cdot \sum P_{\Sigma i} l_i}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{a \text{ doz}}} = \frac{1000 \cdot 6,8}{32 \cdot 10 \cdot 0,375} = 56,66 \text{ mm}^2; \text{ се избира } 70 \text{ mm}^2.$$

Проверка:

$$\Delta U = \frac{(r_{70} + \tan \varphi \cdot x_{70})}{U_n} \cdot \sum P_{\Sigma i} l_i = \frac{(0,447 + 0,484 \cdot 0,357)}{10} \cdot 6,8 = 0,421 \text{ kV} < \Delta U_{\text{doz}}$$

$$I_{A-1} = \frac{P_{\Sigma A-1}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = 122 \text{ A} < I_{d70}$$

б) Димензионирање на отцеп 2-4:

$$\Delta U_{A-1} = \frac{(r_{70} + \tan \varphi \cdot x_{70}) \cdot P_{A-1} \cdot l_{A-1}}{U_n} = 0,236 \text{ kV} \quad \Delta U_{1-2} = \frac{(r_{70} + \tan \varphi \cdot x_{70}) \cdot P_{1-2} \cdot l_{1-2}}{U_n} = 0,093 \text{ kV}$$

$$\Delta U_{\text{locr}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_{A-2} = 0,5 - 0,236 - 0,093 = 0,171 \text{ kV};$$

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot (P_{2-3} \cdot l_{2-3} + P_{3-4} \cdot l_{3-4}) = 0,053 \text{ kV}; \quad \Delta U_{\text{adoz}} = \Delta U_{\text{locr}} - \Delta U_r = 0,171 - 0,053 = 0,118 \text{ kV}$$

$$A_{2-3-4} \geq \frac{1000 \cdot (P_{2-3} \cdot l_{2-3} + P_{3-4} \cdot l_{3-4})}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{\text{adoz}}} = \frac{1000 \cdot 1,4}{32 \cdot 10 \cdot 0,118} = 37 \text{ mm}^2 \text{ се избира пресек од } 50 \text{ mm}^2.$$

Проверка: $\Delta U_{2-4} < \Delta U_{\text{locr}}$

в) Пресметка на загуби на моќност:

$$\Delta P_M = \frac{P_{\Sigma A-1}^2}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} \cdot r_{70} \cdot l_{A-1} + \frac{P_{\Sigma 1-2}^2}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} \cdot r_{70} \cdot l_{1-2} + \frac{P_{\Sigma 2-5}^2}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} \cdot r_{70} \cdot l_{2-5} + \frac{P_{\Sigma 2-3}^2}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} \cdot r_{50} \cdot l_{2-3} + \frac{P_{\Sigma 3-4}^2}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} \cdot r_{50} \cdot l_{3-4} = 61 \text{ kW}$$

г) Пресметка на време на загуби:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{S_i^2}{S_M^2} \Delta t_i; \quad \cos \varphi = \text{const}; \Rightarrow \tau = \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P_M^2} \Delta t_i = \frac{1}{100^2} \sum_{i=1}^n p_i^2 \% \Delta t_i$$

$$\tau = \frac{1}{100^2} \sum_{i=1}^n p_i^2 \% \Delta t_i = \frac{1}{100^2} (20^2 \cdot 8 + 80^2 \cdot 4 + 100^2 \cdot 4 + 60^2 \cdot 4 + 40^2 \cdot 4) = 8,96 \text{ h}$$

Загуби на енергија:

$$\Delta W_d = \Delta P_M \cdot \tau = 61 \cdot 8,96 = 546,6 \text{ kWh}$$

$$\Delta W_g = \Delta W_d \cdot 365 = 546,6 \cdot 365 = 199,5 \text{ MWh}$$