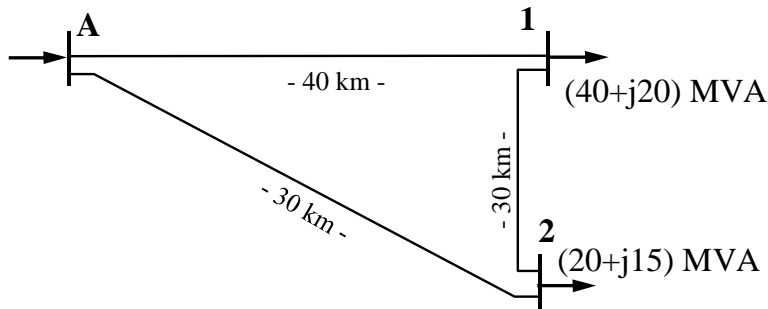
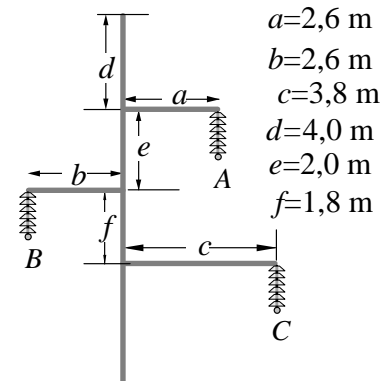


## ИСПИТ ПО ПРЕДМЕТОТ „ЕЛЕКТРИЧНИ МРЕЖИ“ - I ДЕЛ

**1. Задача.** На сликата 1.1 е прикажана 110 kV прстенеста мрежа. Водовите од мрежата се изведени со спроводници тип Al/Fe 240/40 mm<sup>2</sup> и столбови чија геометрија е дадена на слика 1.2. Напонот во напојната точка на мрежата изнесува  $U_A = 113$  kV. Потребно е:



Слика 1.1

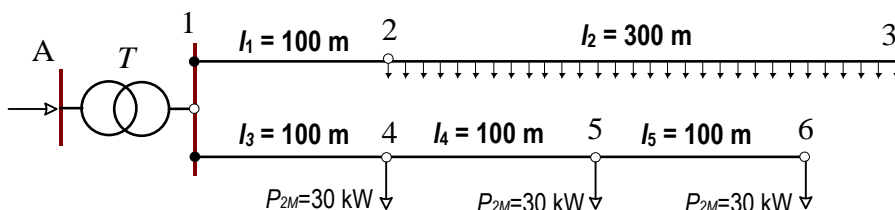


Слика 1.2

- Да се одредат параметрите по единица должина  $\underline{z} = (r + jx)$  и  $b$  на водовите од мрежата;
- Да се пресмета приближната распределба на текови на моќности во мрежата занемарувајќи ги притоа реактивните моќности генерирани од капацитивноста на водовите;
- Врз основа на пресметаната распределба на моќности од б) да се пресметаат приближните вредности на напоните во јазлите „1“ и „2“ како и загубите на активна моќност во мрежата  $\Delta P_\Sigma$ .

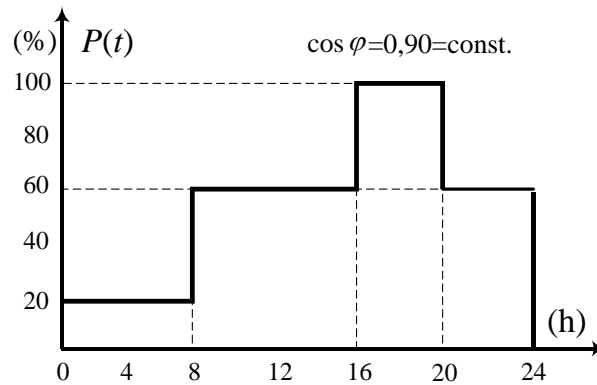
**2. Задача.** На сликата 2.1 е прикажана нисконапонска дистрибутивна мрежа, напојувана од точката А со познат напон  $U_A = 10,2$  kV. Водовите во мрежата се надземни, со спроводници Al/Fe 50/8 mm<sup>2</sup> ( $r = 0,7$   $\Omega$ /km;  $x = 0,35$   $\Omega$ /km). Првиот извод од мрежата се состои од две делници: делница 1–2, долга  $l_1 = 100$  m и делница 2–3, долга  $l_2 = 300$  m. На втората делница е приклучен рамномерно распределен дистрибутивен конзум (домаќинства) со вкупна врвна моќност  $P_1 = 70$  kW,  $\cos\varphi_1 = 0,9 = \text{const}$ . Домаќинствата работат со променлив дневен дијаграм на оптоварување, според сликата 2.2.

Вториот извод се состои од три делници со еднакви должини  $l_3 = l_4 = l_5 = 100$  m. На него се приклучени три индустриски потрошувачи со еднакви моќности  $P_2 = P_3 = P_4 = 30$  kW = const. и идентични карактеристики  $\cos\varphi_2 = \cos\varphi_3 = \cos\varphi_4 = 0,9 = \text{const}$ . Нивните моќности се константни во текот на целиот ден.



Слика 2.1

За трансформаторот Т се познати следните податоци:  $S_{\text{нТ}} = 250$  kVA; 10/0,4 kV/kV;  $u_k\% = 4\%$ ;  $i_0\% = 2\%$ ;  $\Delta P_{\text{Cun}} = 3,3$  kW;  $\Delta P_{\text{Fe}} = 0,7$  kW.



**Слика 2.2. Процентуален дневен дијаграм на оптоварување на конзумот од категоријата „домаќинство“**

- а) Се посматра режимот на максимално оптоварување. Да се пресметаат падовите на напони во елементите од нисконапонската мрежа. Колкава е загубата на напон  $\Delta U\%$  во нисконапонската мрежа.
- б) За режимот на максимално оптоварување да се пресметаат загубите на активна моќност во трансформаторот  $\Delta P_T$  и загубите на активна моќност во делниците: 1–2,  $\Delta P_{1-2}$ , 2–3,  $\Delta P_{1-3}$ , 1–4,  $\Delta P_{1-4}$ , 4–5,  $\Delta P_{4-5}$ , и 5–6,  $\Delta P_{5-6}$ . Колкави се вкупните загуби на активна моќност во мрежата  $\Delta P_\Sigma$  во овој режим.
- в) Да се пресмета и нацрта дневниот дијаграм на активното оптоварување на трансформаторот. Колкаво е времето на загуби  $\tau$  за тој дијаграм. Да се пресметаат дневните загуби на активна енергија трансформаторот  $\Delta W_T$  (kWh/ден).

Поени: **1а)** 10%; **1б)** 10%; **1в)** 20%; **2а)** 20%. **2б)** 25% **2в)** 15%.

Време: 120 мин.

## РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

## 1. Задача.

а) Параметри на водот:

$$D_{AB} = \sqrt{(a+b)^2 + e^2} = 5,571 \text{ m}; D_{AC} = \sqrt{(c-a)^2 + (e+f)^2} = 3,985 \text{ m}; D_{BC} = \sqrt{(b+c)^2 + f^2} = 6,648$$

$$D_m = \sqrt[3]{D_{AB} \cdot D_{BC} \cdot D_{AC}} = 5,285 \text{ m};$$

спроводници Al/Fe 240/40,  $d_p = 21,9 \text{ mm}$ ,  $r_p = 10,95 \text{ mm}$ ,  $A = 243 \text{ mm}^2$ ,  $D_s = 0,81 \cdot r_p = 8,87 \text{ mm}$ .

$$r = \frac{1000}{32 \cdot A} = 0,129 \text{ } \Omega/\text{km}; x = 0,1445 \log \frac{D_m}{D_s} = 0,401 \text{ } \Omega/\text{km}; b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\log \frac{D_m}{r_p}} = 2,824 \text{ } \mu\text{S}/\text{km}$$

б) Пресметка на приближни текови на моќности:

$$\underline{S}_{A-1} = (40 + j20) \frac{60}{100} + (20 + j15) \frac{30}{100} = (30 + j16,5) \text{ MVA}; \underline{S}_{2-1} = \underline{S}_1 - \underline{S}_{A-1} = (10 + j3,5) \text{ MVA};$$

$$\underline{S}_{B-2} = \underline{S}_{2-1} + \underline{S}_2 = (30 + j18,5) \text{ MVA}$$

Пресметка на напони во јазли:

$$U_1 = U_A - \frac{P_{A-1} \cdot r + Q_{A-1} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A-1} = 109,288 \text{ kV}; U_2 = U_A - \frac{P_{A-2} \cdot r + Q_{A-2} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A-2} = 110,003 \text{ kV};$$

Пресметка на загуби на моќност:

$$\Delta P_1 = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A-1} + \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{1-2} + \frac{P_{A-2}^2 + Q_{A-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A-2} = 0,933 \text{ MW}$$

## 2. Задача.

а) Загуба на напон

дел 2-3:  $p = 0,2 \text{ kW}/\text{m}$ ;  $P_{\Sigma 2-3} = p \cdot l_{2-3} = 70 \text{ kW}$ ;  $\cos \varphi = 0,90 \Rightarrow \tan \varphi = 0,484$ 

$$\Delta U_{2-3} = \frac{1}{2} \Delta U_{\text{konc}} = \frac{1}{2} \frac{P_{\Sigma 2-3} (r + x \cdot \tan \varphi)}{U_n} l_{2-3} = 22,8 \text{ V};$$

$$\text{дел 1-2 } \Delta U_{1-2} = \Delta U_{\text{konc}} = \frac{P_{\Sigma 2-3} (r + x \cdot \tan \varphi)}{U_n} l_{1-2} = 15,2 \text{ V}; \Rightarrow \Delta U_{1-3} = 38 \text{ V}$$

$$\text{дел 1-6 } n = 3; P_{\Sigma 4-6} = n \cdot P_l = 90 \text{ kW}; \Delta U_{1-6} = \frac{n+1}{2n} \Delta U_{\text{konc}} = \frac{n+1}{2n} \frac{P_{\Sigma 4-6} (r + x \cdot \tan \varphi)}{U_n} l_{1-6} = 34,6 \text{ V}$$

$$\Delta U_{1-3} > \Delta U_{1-6} \Rightarrow \Delta U_{\text{max}} = 38 \text{ V}; \Delta U \% = 9,5\%$$

б) Загуби на активна моќност:

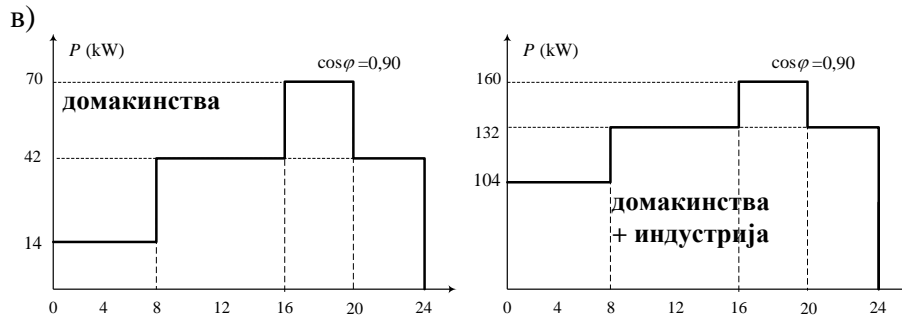
$$\text{трансформатор: } \Delta P_T = \Delta P_{Fe} + \Delta P_{\text{Cun}} \left( \frac{S}{S_n} \right)^2 = 0,7 + 3,3 \left( \frac{160/0,9}{250} \right)^2 = 2,369 \text{ kW}$$

$$\text{дел 2-3: } \Delta P_{2-3} = \frac{1}{3} \Delta P_{\text{konc}} = \frac{1}{3} \frac{P_{\Sigma 2-3}^2 \cdot r}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} l_{2-3} = 2,647 \text{ kW}$$

$$\text{дел 1-2: } \Delta P_{1-2} = \Delta P_{\text{konc}} = \frac{P_{\Sigma 2-3}^2 \cdot r}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} l_{1-2} = 2,647 \text{ kW}$$

$$\text{дел 1-6: } \Delta P_{1-6} = \frac{(n+1)(2n+1)}{6n^2} \Delta P_{\text{konc}} = \frac{4 \cdot 7}{54} \frac{P_{\Sigma 4-6}^2 \cdot r}{\cos^2 \varphi \cdot U_n^2} l_{1-6} = 4,443 \text{ kW}$$

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_T + \Delta P_{2-3} + \Delta P_{1-2} + \Delta P_{1-6} = 12,106 \text{ kW}$$



$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{S_i^2}{S_M^2} \Delta t_i; \cos \varphi = \text{const}; \Rightarrow \tau = \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2}{P_M^2} \Delta t_i; \tau_T = \left( \left( \frac{104}{160} \right)^2 \cdot 8 + \left( \frac{132}{160} \right)^2 \cdot 12 + 1^2 \cdot 4 \right) = 15,55 \text{ h}$$

$$\Delta W_T = \Delta P_{Fe} \cdot T + \Delta P_{Cun} \left( \frac{S_M}{S_{nT}} \right)^2 \cdot \tau = 42,75 \text{ kWh}$$