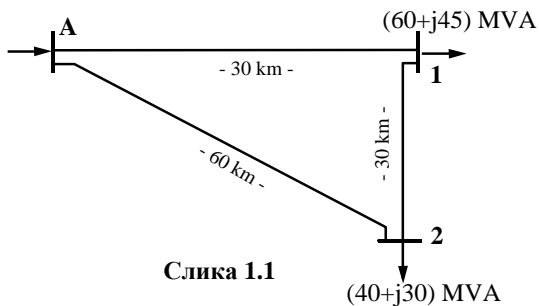


II КОЛОКВИУМ ПО ПРЕДМЕТОТ „ЕЛЕКТРИЧНИ МРЕЖИ“

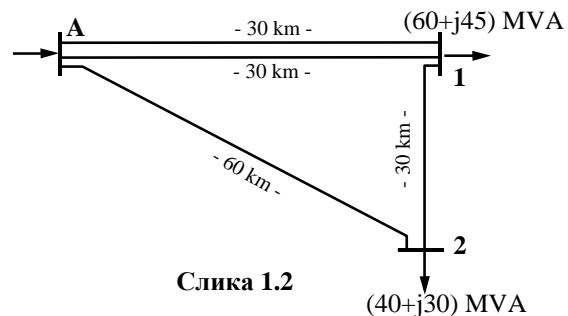
1. Задача. На сликата 1.1 е прикажана 110 kV мрежа која се состои од три делници: „A-1“, „A-2“ и „1-2“ чиишто должини, изразени во km, се прикажани на самата слика. Сите водови од мрежата се со исти подолжни параметри $z = (r + jx) = (0,13 + j0,40) \Omega/\text{km}$. На сликата се прикажани и максималните оптоварувања на потрошувачите. Напонот во напојната точка се држи на константна вредност $U_A = 115 \text{ kV}$. Потребно е:

а) За режимот на максималното оптоварување да се одредат приближните текови на моќност да се определи точката на раздел за активна моќност како и напонот во таа точка. Пресметките да се направат приближно, со занемарување на загубите на моќност во водовите и генерираните капацитивни моќности. Колкави се загубите на активна моќност во мрежата ΔP во тој случај.

б) Во мрежата се планира изградба на уште еден вод на релацијата A–1, паралелно со постојниот, и со исти карактеристики како него (слика 1.2). Да се пресметаат загубите на активна моќност ΔP во режимот на максимално оптоварување за тој случај. Колкав ќе биде напонот во точката на раздел во тој случај?



Слика 1.1



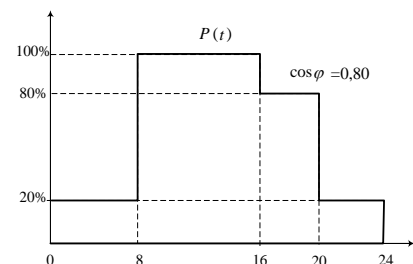
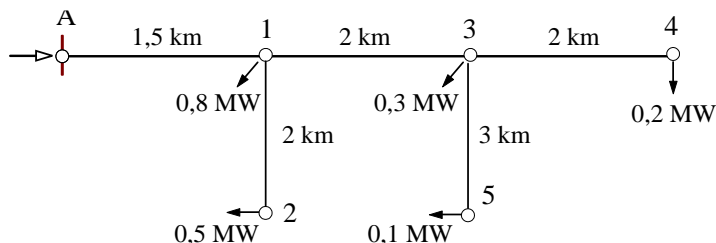
Слика 1.2

2. Задача. На сликата 2.1 е прикажан 10 kV извод од една радијална дистрибутивна мрежа. Должините на водовите (km) и максималните активни моќности на потрошувачите (MW) се садени на самата слика. Сите потрошувачи се од ист тип и имаат дијаграм на оптоварување, даден на слика 2.2, и константен фактор на моќност $\cos \varphi = 0,80$.

а) Да се одреди главната магистрала на мрежата и да се изврши нејзино димензионирање според критериумот на константен пресек.

б) По изборот на пресекот на главната магистрала да се димензионира и делницата „1-2“ од мрежата.

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 2.1.



Слика 2.1

Слика 2.2

Табела 2.1. Податоци за подолжните параметри на СН надземни водови

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

3. Задача. Се посматра повторно мрежата од сликата 2.1. Со пресметки се покажува дека во максималниот режим загубите на активна моќност изнесуваат $\Delta P_M = 75 \text{ kW}$. Потребно е:

- Да се пресметаат дневните и годишните загуби на електрична енергија во мрежата ΔW_d и ΔW_g ако сите денови имаат ист дневен дијаграм.
- Со зголемување на пресекот на главната магистрала за 1 степен нагоре загубите на моќност во режимот на максимално оптоварување се намалуваат на вредноста $\Delta P'_M = 43 \text{ kW}$. Но за тоа се потребни дополнителни инвестиции од $\Delta K = 0,25 \cdot 10^6$ п.е. Со примена на ануитетниот метод ($p_n = 0,1$), да се провери дали таквата инвестиција е исплатлива, ако цената на изгубената електрична енергија изнесува $c_{\Delta W} = 1$ п.е./kWh. Стапките на амортизација и одржување на водовите изнесуваат $\alpha_a = 3,5\%$ и $\alpha_p = 2,5\%$ – соодветно.

Поени: **1.а)** 20%; **1.б)** 20%. **2.а)** 20%; **2.б)** 15%; **3.а)** 10%; **3.б)** 15%

Време: 120 мин.

РЕШЕНИЈА НА ЗАДАЧИТЕ

1. Задача.

$$a) \underline{S}_{A-1} = \underline{S}_1 \frac{l_{1B}}{l_{AB}} + \underline{S}_2 \frac{l_{2B}}{l_{AB}} = (60 + j45) \frac{90}{120} + (40 + j30) \frac{60}{120} = (65 + j48,75) \text{ MVA}$$

$$\underline{S}_{1-2} = \underline{S}_{A-1} - \underline{S}_1 = (5 + j3,75) \text{ MVA}; \underline{S}_{A-2} = \underline{S}_2 - \underline{S}_{1-2} = (35 + j26,25) \text{ MVA}$$

Очигледно е дека точка на раздел за активна моќност во мрежата ќе биде јазлот бр. 2, бидејќи активните и реактивните моќности од обете страни на овој јазел течат кон него

Напонот во јазелот 2 ќе биде:

$$U_2 \approx U_A - \frac{P_{A-2} \cdot r + Q_{A-2} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A2} = 115 - \frac{35 \cdot 0,13 + 26,25 \cdot 0,4}{115} \cdot 60 = 107,15 \text{ kV}$$

Вкупните загуби на активна моќност ΔP ќе бидат: $\Delta P = \Delta P_{A-1} + \Delta P_{1-2} + \Delta P_{A-2}$

$$\Delta P_{A-1} = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A1} = 2,128 \text{ MW}; \Delta P_{1-2} = \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{12} = 0,013 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{A-2} = \frac{P_{A-2}^2 + Q_{A-2}^2}{U_n^2} \cdot r \cdot l_{A2} = 1,234 \text{ MW}; \text{ вкупни загуби: } \Delta P = 3,375 \text{ MW}$$

б) Во случајот кога паралелно со постојниот вод А-1 се приклучува уште еден таков ист вод, тогаш реактанцијата на соодветниот еквивалентен вод (а со тоа и неговата должина) ќе бидат двојно помали. Во тој случај сумата на должини $l_{A-B} = l_{A-1} + l_{1-2} + l_{A-2} = 15 + 30 + 60 = 105 \text{ km}$. Тоа ќе предизвика промени во тековите на моќности, па поради тоа ќе имаме:

$$S_{A1} = (60 + j45) \cdot \frac{90}{105} + (40 + j30) \cdot \frac{60}{105} = (74,286 + j55,714) \text{ MVA}; S_{A1}/2 = (37,143 + j27,857) \text{ MVA}; .$$

$$S_{12} = S_{A1} - S_1 = (14,286 + j10,714) \text{ MVA}; S_{A2} = (S_1 + S_2) - S_{A1} = (25,714 + j19,286) \text{ MVA}.$$

Напонот во јазелот 2 кој и во овој случај е точка на раздел ќе биде:

$$U_2 \approx U_A - \frac{P_{A-2} \cdot r + Q_{A-2} \cdot x}{U_A} \cdot l_{A2} = 115 - \frac{25,714 \cdot 0,13 + 19,286 \cdot 0,4}{115} \cdot 60 = 108,97 \text{ kV}$$

Загубите на активна моќност во мрежата се следните:

$$\Delta P = \sum \Delta P_i \approx 2 \frac{37,143^2 + 27,857^2}{110^2} 3,9 + \frac{25,714^2 + 19,286^2}{110^2} 7,8 + \frac{14,286^2 + 10,714^2}{110^2} 3,9 = 2,16 \text{ MW}.$$

2. Задача.

а) Избор на главна магистрала:

$$\Sigma_2 = 1,9 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 2 = 3,85 \text{ MW} \cdot \text{km}; \Sigma_5 = 1,9 \cdot 1,5 + 0,6 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 = 4,35 \text{ MW} \cdot \text{km}$$

$$\Sigma_4 = 1,9 \cdot 1,5 + 0,6 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 = 4,45 \text{ MW} \cdot \text{km} \text{ главна магистрала } \omega_4 = \{1,3,4\}$$

Димензионирање на главна магистрала:

$$\Delta U_r = \frac{x_{sr}}{U_n} \sum_{i \in \omega_4} Q_{\Sigma i} l_i = \frac{x_{sr}}{U_n} \tan \varphi \cdot \sum_{i \in \omega_4} P_{\Sigma i} l_i = \frac{0,38}{10} \cdot 0,75 \cdot 4,45 = 0,1268 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{a \text{ doz}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_r = 500 - 126,8 = 373,2 \text{ V}; A \geq \frac{1000 \cdot \Sigma_4}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{a \text{ doz}}} = \frac{1000 \cdot 4450}{32 \cdot 10 \cdot 373,2} = 37 \text{ mm}^2$$

Се избира $A=50 \text{ mm}^2$, $r=0,647 \text{ } \Omega/\text{km}$, $x=0,370 \text{ } \Omega/\text{km}$. Проверка:

$$\Delta U = \frac{\Sigma_4}{U_n} (r + x \cdot \tan \varphi) = 0,411 \text{ kV} < \Delta U_{\text{doz}} = 0,5 \text{ kV};$$

$$I_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma 1}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1,9/0,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0,137 \text{ kA} < I_d = 0,170 \text{ kA}$$

б) Димензионирање на отцеп 1-2:

$$\Delta U_{A-1} = \frac{P_{\Sigma 1} \cdot l_{A-1}}{U_n} (r + x \cdot \tan \varphi) = 0,263 \text{ kV}; \Delta U_{1 \text{ ost}} = \Delta U_{\text{doz}} - \Delta U_{A-1} = 0,5 - 0,263 = 0,236 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{1r} = \frac{x_{sr}}{U_n} \cdot P_{\Sigma 2} \cdot \tan \varphi \cdot l_{1-2} = \frac{0,375}{10} \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 2 = 0,028 \text{ kV};$$

$$\Delta U_{1a \text{ doz}} = \Delta U_{1 \text{ ost}} - \Delta U_{1r} = 0,208 \text{ kV} = 208 \text{ V}$$

$$A \geq \frac{1000 \cdot P_{\Sigma 2} \cdot l_{1-2}}{\kappa \cdot U_n \cdot \Delta U_{1a \text{ doz}}} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 1000}{32 \cdot 10 \cdot 208} = 15 \text{ mm}^2$$

Се избира $A=16 \text{ mm}^2$, $r=2,042 \text{ } \Omega/\text{km}$, $x=0,406 \text{ } \Omega/\text{km}$. Проверка:

$$\Delta U = \frac{P_{\Sigma 2} \cdot l_{1-2}}{U_n} (r + x \cdot \tan \varphi) = 0,234 \text{ kV} < \Delta U_{1 \text{ ost}} = 0,236 \text{ kV};$$

$$I_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma 1}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{0,5/0,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0,036 \text{ kA} < I_d = 0,090 \text{ kA}$$

3. Задача.

а) Загуби на енергија:

$$\tau = \sum_{i=1}^n \frac{S_i^2}{S_M^2} \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_M} \right)^2 \cdot \Delta t_i = (0,2^2 \cdot 12 + 1^2 \cdot 8 + 0,8^2 \cdot 4) = 11,04 \text{ h}$$

$$\Delta W_d = \Delta P_M \cdot \tau = 75 \cdot 11,04 = 828 \text{ kWh/den}; \Delta W_g = 365 \cdot \Delta W_d \cdot \tau = 302220 \text{ kWh/god}$$

б) Варијанта 1 – без дополнителна инвестиција:

$$T_1 = p_n \cdot K + (\alpha_a + \alpha_p) \cdot K + \Delta_1$$

Варијанта 2 – со дополнителна инвестиција $\Delta K=0,25 \cdot 10^6$ п.е.:

$$T_2 = p_n \cdot (K + \Delta K) + (\alpha_a + \alpha_p) \cdot (K + \Delta K) + \Delta_2$$

Разлика на трошоци:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = -p_n \cdot \Delta K - (\alpha_a + \alpha_p) \cdot \Delta K + \Delta_1 - \Delta_2$$

$$\Delta T = -p_n \cdot \Delta K - (\alpha_a + \alpha_p) \cdot \Delta K + c_{\Delta W} \cdot \Delta P_{M1} \cdot \tau \cdot 365 - c_{\Delta W} \cdot \Delta P_{M2} \tau \cdot 365$$

$$\Delta T = -0,1 \cdot 0,25 \cdot 10^6 - 0,06 \cdot 0,25 \cdot 10^6 + 1 \cdot (75 - 43) \cdot 11,04 \cdot 365 = (-0,025 - 0,015 + 0,129) \cdot 10^6 \text{ п.е./год.}$$

$\Delta T = 0,089 \cdot 10^6$ п.е./год што значи дека трошоците за варијанта 1 се поголеми т.е. варијаната 2 е поисплатлива.