

Задача 3

Определить эквивалентные (вторичные) параметры групповых двухпроводных цепей (с параллельно включенными приемниками).

Схема цепи приведена на рис. 1.

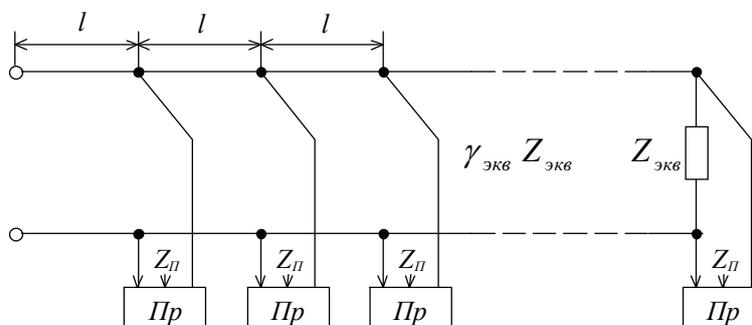


Рис. 1.

Исходные данные:

Частота тока $f = 0.8$ кГц;

Входное сопротивление приемника $Z_{\text{П}} = 40$ кОм, $\phi_{\text{П}} = 36^\circ$;

Среднее расстояние между пунктами включения устройств $l = 2.7$ км.

Первичные параметры цепи:

1) Кабельная медная

$R_1 = 32$ Ом/км, $L_1 = 0.824$ мГн/км, $G_1 = 0.54$ мкСм/км, $C_1 = 26.5$ нФ/км;

2) Воздушная стальная

$R_2 = 42.2$ Ом/км, $L_2 = 9.08$ мГн/км, $G_2 = 0.7$ мкСм/км, $C_2 = 6$ нФ/км;

3) Воздушная медная

$R_3 = 2.87$ Ом/км, $L_3 = 1.936$ мГн/км, $G_3 = 0.7$ мкСм/км, $C_3 = 6$ нФ/км;

Необходимо:

- рассчитать на заданной частоте волновые параметры (километрический коэффициент распространения волны и волновое сопротивление) однородных цепей всех трех видов;
- построить эквивалентную схему групповой цепи длиной 1 км с включенными параллельно приемниками;
- сравнить результаты расчетов волновых и эквивалентных параметров и оценить влияние параллельно включенных приемников на параметры цепи.

В итоге указать, где применяются групповые цепи.

Рассчитаем на заданной частоте тока волновые параметры (километрический коэффициент распространения волны и волновое сопротивление) однородных цепей всех трех видов.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 5.0265 \times 10^3 \text{ 1/с}$$

Сопротивление проводов $\underline{Z}_{np} = R + j\omega L$

Проводимость изоляции $\underline{Y}_{uz} = G + j\omega C$

Волновое сопротивление $\underline{Z}_B = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{np}}{\underline{Y}_{uz}}}$

Километрический коэффициент распространения волны $\underline{\gamma} = \sqrt{\underline{Z}_{np} \cdot \underline{Y}_{uz}}$

1) Кабельная медная цепь

$$\underline{Z}_{np1} = R_1 + j\omega L_1 = 32 + j 5026.5 \cdot 8.24 \times 10^{-4} = 32 + 4.142j = 32.27 \cdot e^{j 7.37^\circ} \text{ Ом/км};$$

$$\underline{Y}_{uz1} = G_1 + j\omega C_1 = 5.4 \times 10^{-7} + j 1.332 \times 10^{-4} = 1.332 \times 10^{-4} \cdot e^{j 89.77^\circ} \text{ См/км};$$

$$\underline{Z}_{B1} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{np1}}{\underline{Y}_{uz1}}} = \sqrt{\frac{32.27 \cdot e^{j 7.37^\circ}}{1.332 \times 10^{-4} \cdot e^{j 89.77^\circ}}} = 492.2 \cdot e^{-j 41.2^\circ} = 370.3 - 324.2j \text{ Ом};$$

$$\underline{\gamma}_1 = \sqrt{\underline{Z}_{np1} \cdot \underline{Y}_{uz1}} = \sqrt{32.27 \cdot e^{j 7.37^\circ} \cdot 1.332 \times 10^{-4} \cdot e^{j 89.77^\circ}} = 0.0434 + 0.0492j \text{ 1/км.}$$

2) Воздушная стальная цепь

$$\underline{Z}_{np2} = R_2 + j\omega L_2 = 42.2 + j 5026.5 \cdot 9.08 \times 10^{-3} = 42.2 + 45.64j = 62.16 \cdot e^{j 47.24^\circ} \text{ Ом/км};$$

$$\underline{Y}_{uz2} = G_2 + j\omega C_2 = 7 \times 10^{-7} + j 3.016 \times 10^{-5} = 3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ} \text{ См/км};$$

$$\underline{Z}_{B2} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{np2}}{\underline{Y}_{uz2}}} = \sqrt{\frac{62.16 \cdot e^{j 47.24^\circ}}{3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ}}} = 1435 \cdot e^{-j 20.71^\circ} = 1342 - 507j \text{ Ом};$$

$$\underline{\gamma}_2 = \sqrt{\underline{Z}_{np2} \cdot \underline{Y}_{uz2}} = \sqrt{62.16 \cdot e^{j 47.24^\circ} \cdot 3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ}} = 0.0163 + 0.0401j \text{ 1/км.}$$

3) Воздушная медная цепь

$$\underline{Z}_{np3} = R_3 + j\omega L_3 = 2.87 + j 5026.5 \cdot 1.936 \times 10^{-3} = 2.87 + 9.731j = 10.15 \cdot e^{j 73.57^\circ} \text{ Ом/км};$$

$$\underline{Y}_{u33} = G_3 + j\omega C_3 = 7 \times 10^{-7} + j 3.016 \times 10^{-5} = 3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ} \text{ См/км};$$

$$\underline{Z}_{B3} = \sqrt{\frac{\underline{Z}_{np3}}{\underline{Y}_{u33}}} = \sqrt{\frac{10.15 \cdot e^{j 73.57^\circ}}{3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ}}} = 579.9 \cdot e^{-j 7.55^\circ} = 575 - 76j \text{ Ом};$$

$$\underline{\gamma}_3 = \sqrt{\underline{Z}_{np3} \cdot \underline{Y}_{u33}} = \sqrt{10.15 \cdot e^{j 73.57^\circ} \cdot 3.017 \times 10^{-5} \cdot e^{j 88.67^\circ}} = 0.0027 + 0.0173j \text{ 1/км}.$$

Параметры групповой цепи

1) Кабельная медная цепь

$$\gamma_1 = 0.0434 + 0.0492j \text{ 1/км}$$

Километрический коэффициент затухания: 0.0434 Нп/км

Километрический коэффициент фазы: 0.0492 рад/км

Волновое сопротивление:

$$Z_{B1} = 370 - 324j = 492.2 \cdot e^{-j 41.2^\circ} \text{ Ом.}$$

2) Воздушная стальная цепь

$$\gamma_2 = 0.0163 + 0.0401j \text{ 1/км,}$$

Километрический коэффициент затухания: 0.0163 Нп/км

Километрический коэффициент фазы: 0.0401 рад/км

Волновое сопротивление

$$Z_{B2} = 1343 - 508j = 1435 \cdot e^{-j 20.71^\circ} \text{ Ом.}$$

3) Воздушная медная цепь

$$\gamma_3 = 0.0027 + 0.0173j \text{ 1/км,}$$

Километрический коэффициент затухания: 0.0027 Нп/км

Километрический коэффициент фазы: 0.0173 рад/км

Волновое сопротивление

$$Z_{B3} = 575 - 76j = 579.9 \cdot e^{-j 7.55^\circ} \text{ Ом.}$$

Групповые цепи:

- рельсовые цепи;
- цепи путевой блокировки;
- осветительные цепи;
- цепи электрической тяги.