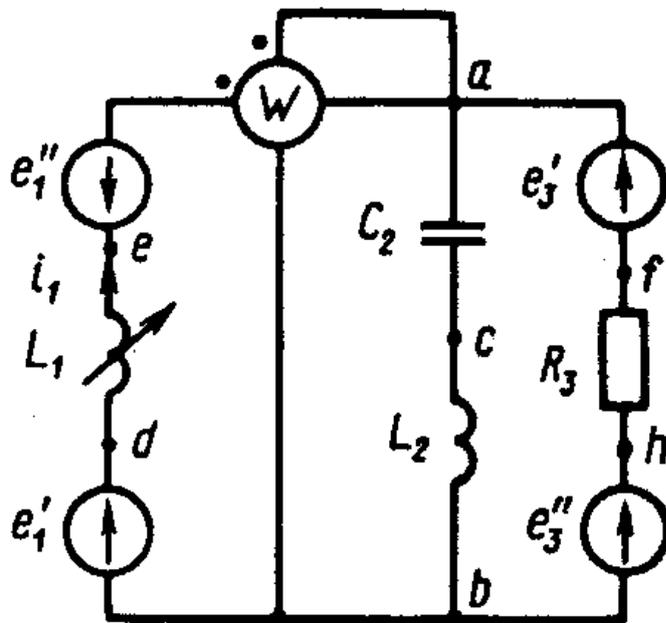


Задание 2

Задача 2.1 (22)

Определение параметров четырехполюсника

Схему задачи 1.2 варианта 22 (рис. 1.41) представим как T -схему пассивного четырехполюсника.



$$\begin{aligned} L_1 &= 2.12 \text{ мГн}; \\ L_2 &= 3.98 \text{ мГн}; \\ C_2 &= 7.56 \text{ мкФ}; \\ R_3 &= 25 \text{ Ом}; \\ f &= 600 \text{ Гц}. \end{aligned}$$

Рис. 1.41

С этой целью все источники ЭДС в схеме рис. 1.41 закоротим, а левую (первую) и правую (третью) ветви разомкнем. Разомкнутые зажимы левой ветви обозначим $1-1'$ и считаем их входными, а разомкнутые зажимы правой ветви обозначим $2-2'$ и считаем их выходными (рис. 1).

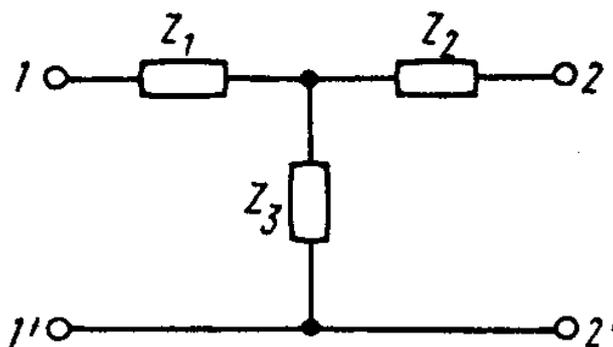


Рис. 1

Сопротивления левой ветви обозначим Z_1 средней Z_3 , правой Z_2 .

Для полученной схемы необходимо составить уравнения четырехполюсника в матричной форме записи G . Записать формулы для элементов G -матрицы сначала в общем виде, а затем в числовом.

Решение

Определим комплексы сопротивлений T -схемы четырехполюсника (рис. 2).

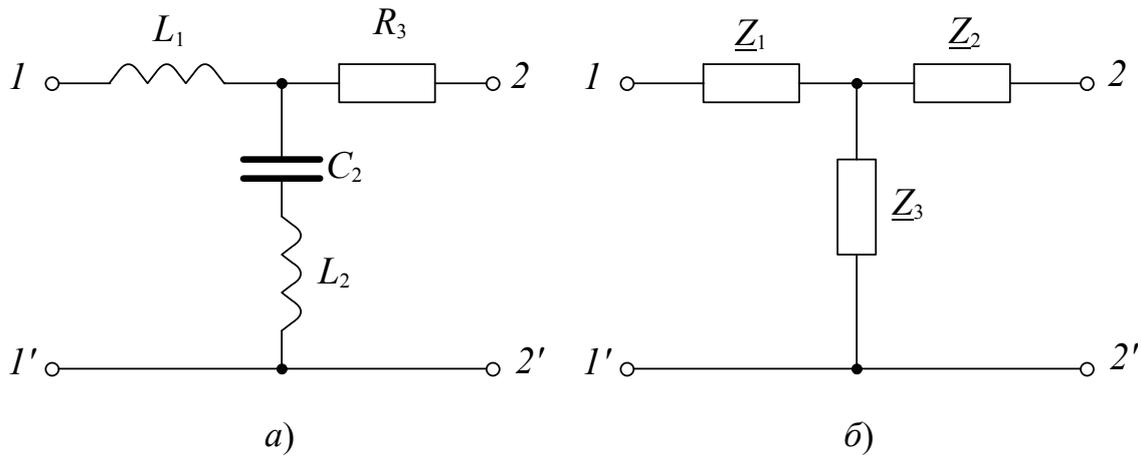


Рис. 2

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 600 = 3.7699 \times 10^3 \text{ 1/c;}$$

$$X_{L1} = \omega L_1 = 3.7699 \times 10^3 \cdot 2.12 \times 10^{-3} = 7.992 \text{ Ом;}$$

$$X_{L2} = \omega L_2 = 3.7699 \times 10^3 \cdot 3.98 \times 10^{-3} = 15.004 \text{ Ом;}$$

$$X_{C2} = \frac{1}{\omega \cdot C_2} = \frac{1}{3.7699 \times 10^3 \cdot 7.56 \times 10^{-6}} = 35.087 \text{ Ом;}$$

$$\underline{Z}_1 = jX_{L1} = j 7.992 = 7.992 \cdot e^{j 90^\circ} \text{ Ом;}$$

$$\underline{Z}_2 = R_3 = 25 \text{ Ом;}$$

$$\underline{Z}_3 = jX_{L2} - jX_{C2} = j (15.004 - 35.087) = -20.083j = 20.1 \cdot e^{-j 90^\circ} \text{ Ом.}$$

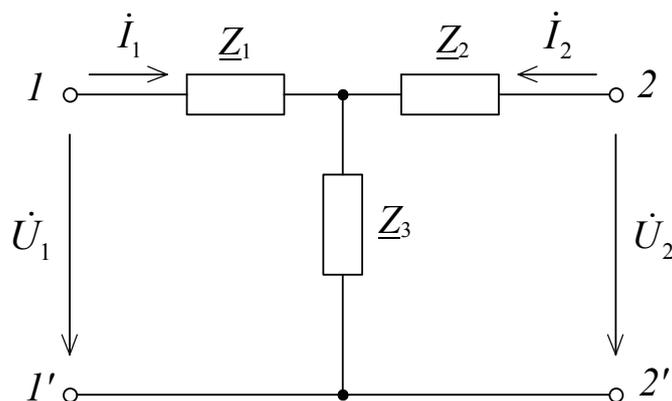


Рис. 3

Найдем \underline{G} -параметры (1) T -четырёхполюсника (рис. 3)

$$\begin{pmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \underline{G}_{11} & \underline{G}_{12} \\ \underline{G}_{21} & \underline{G}_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix}, \quad \begin{cases} \dot{I}_1 = \underline{G}_{11} \cdot \dot{U}_1 + \underline{G}_{12} \cdot \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = \underline{G}_{21} \cdot \dot{U}_1 + \underline{G}_{22} \cdot \dot{I}_2 \end{cases} \quad (1)$$

Сопротивление холостого хода \underline{Z}_{xx} и короткого замыкания $\underline{Z}_{кз}$ четырёхполюсника определим методом преобразования цепи.

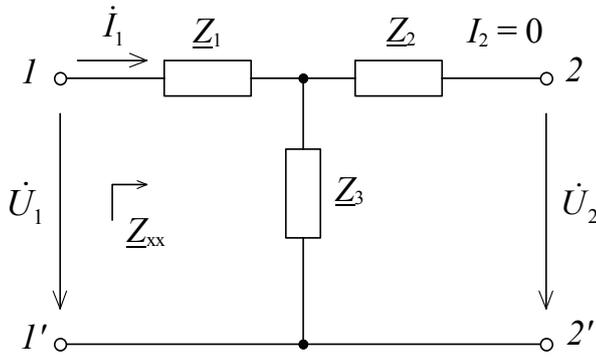


Рис. 4. Режим холостого хода

$$\underline{Z}_{xx} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_3$$

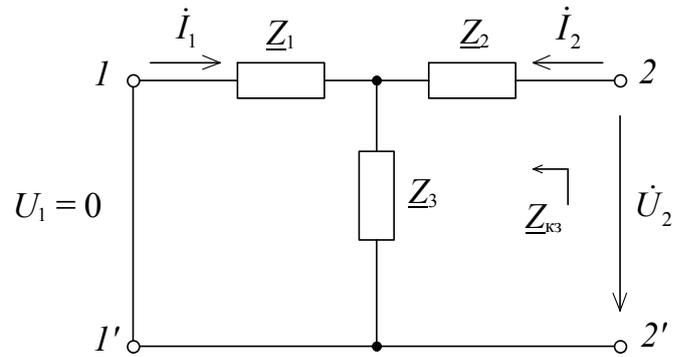


Рис. 5. Режим короткого замыкания

$$\underline{Z}_{кз} = \underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3}$$

Режим холостого хода (рис. 4)

$$\begin{aligned} I_2 &= 0, \\ \begin{cases} \dot{I}_1 = \underline{G}_{11} \cdot \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 = \underline{G}_{21} \cdot \dot{U}_1 \end{cases} \end{aligned}$$

Находим

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{\dot{U}_1}{\underline{Z}_{xx}} = \frac{\dot{U}_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} & \underline{G}_{11} &= \frac{\dot{I}_1}{\dot{U}_1} = \frac{1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \\ \dot{U}_2 &= \dot{I}_1 \cdot \underline{Z}_3 = \dot{U}_1 \cdot \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} & \underline{G}_{21} &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \end{aligned}$$

Режим короткого замыкания (рис. 5)

$$\begin{aligned} U_1 &= 0, \\ \begin{cases} \dot{I}_1 = \underline{G}_{12} \cdot \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = \underline{G}_{22} \cdot \dot{I}_2 \end{cases} \end{aligned}$$

Находим

$$\begin{aligned} \dot{i}_2 &= \frac{\dot{U}_2}{\underline{Z}_{кз}} = \frac{\dot{U}_2}{\underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3}} & \underline{G}_{12} &= \frac{\dot{i}_1}{\dot{i}_2} = -\frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \\ \dot{i}_1 &= -\dot{i}_2 \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} & \underline{G}_{22} &= \frac{\dot{U}_2}{\dot{i}_2} = \underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \end{aligned}$$

Получили \underline{G} -параметры T -четырёхполюсника

$$[G] = \begin{pmatrix} \underline{G}_{11} & \underline{G}_{12} \\ \underline{G}_{21} & \underline{G}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} & -\frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \\ \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} & \underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} \end{pmatrix} \quad (2)$$

где

$$\underline{G}_{12} = -\underline{G}_{21}$$

Подставим в (2) численные значения

$$\underline{G}_{11} = \frac{1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} = \frac{1}{7.992j + (-20.083j)} = 0.08271j \text{ См}$$

$$\underline{G}_{12} = -\underline{G}_{21} = -\frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} = \frac{-(-20.083j)}{7.992j + (-20.083j)} = -1.661$$

$$\underline{G}_{22} = \underline{Z}_2 + \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3} = 25 + \frac{7.992j \cdot (-20.083j)}{7.992j + (-20.083j)} = 25 + 13.275j \text{ Ом}$$

Получим G -матрицу T -четырёхполюсника (рис. 3)

$$[G] = \begin{pmatrix} \underline{G}_{11} & \underline{G}_{12} \\ \underline{G}_{21} & \underline{G}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.08271j & -1.661 \\ 1.661 & 25 + 13.275j \end{pmatrix}$$