

Решение задачи 1.1

1.1.

Необходимо предложить две эквивалентные схемы реализации данного двух-полюсника двумя элементами, соединенными:

- а) последовательно;
- б) параллельно.

Дано:

Напряжение:

$$u(t) = 80 + 2 \cos(200t - 15^\circ) \text{ В}$$

Ток:

$$i(t) = \sin(200t - 60^\circ) \text{ А}$$

Решение:

Шаг 1: Преобразование тока к косинусной форме

Преобразуем ток для удобства сравнения:

$$i(t) = \sin(200t - 60^\circ) = \cos(200t - 60^\circ - 90^\circ) = \cos(200t - 150^\circ) \text{ А}$$

Шаг 2: Выделение постоянной и переменной составляющих

Напряжение содержит постоянную составляющую $U_{\text{DC}} = 80 \text{ В}$ и переменную составляющую $U_{\text{AC}} = 2 \cos(200t - 15^\circ) \text{ В}$. Ток является чисто переменным.

Шаг 3: Представление в комплексной форме (фазоры)

Для анализа переменной составляющей используем фазоры:

$$\underline{U} = 2 \angle (-15^\circ) \text{ В}$$

$$\underline{I} = 1 \angle (-150^\circ) \text{ А}$$

Шаг 4: Вычисление импеданса

Используя закон Ома в комплексной форме:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = \frac{2\angle(-15^\circ)}{1\angle(-150^\circ)} = 2\angle(135^\circ)$$

Преобразуем импеданс в алгебраическую форму:

$$\underline{Z} = 2(\cos 135^\circ + j \sin 135^\circ) = 2\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -1.4142 + j 1.4142 \Omega$$

Примечание: Отрицательная действительная часть импеданса указывает на отрицательное сопротивление, что предполагает наличие активных элементов.

Вариант а) Последовательное соединение

Элементы схемы:

- **Источник напряжения** $V_s = 80 \text{ В}$ (постоянная составляющая)
- **Сопротивление** $R_s = -1.4142 \Omega$
- **Индуктивность** L_s

Вычисление индуктивности: Зная, что $X_s = \omega L_s$, где $\omega = 200 \text{ рад/с}$:

$$X_s = 1.4142 \Omega$$
$$L_s = \frac{X_s}{\omega} = \frac{1.4142}{200} = 0.00707 \text{ Гн}$$

Итоговая последовательная схема:

- **Источник напряжения:** $V_s = 80 \text{ В}$
- **Отрицательное сопротивление:** $R_s = -1.4142 \Omega$
- **Индуктивность:** $L_s = 7.07 \text{ мГн}$

Вариант б) Параллельное соединение

Вычисление проводимости: Сначала находим комплексную проводимость \underline{Y} :

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} = \frac{1}{2\angle 135^\circ} = 0.5\angle(-135^\circ)$$

Преобразуем проводимость в алгебраическую форму:

$$\underline{Y} = 0.5(\cos(-135^\circ) + j \sin(-135^\circ)) = 0.5\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -0.3536 - j 0.3536 \text{ См}$$

Элементы схемы:

- Проводимость $G_p = -0.3536 \text{ См}$
- Сусцептанс $B_p = -0.3536 \text{ См}$

Вычисление емкости: Так как $B_p = -\omega C_p$, то:

$$C_p = \frac{-B_p}{\omega} = \frac{0.3536}{200} = 0.001768 \text{ Ф}$$

Итоговая параллельная схема:

- **Отрицательное сопротивление:** $R_p = \frac{1}{G_p} = -2.8284 \Omega$
- **Емкость:** $C_p = 1.768 \text{ мФ}$

Вывод:

- **Вариант а):** Двухполюсник можно представить как последовательное соединение источника напряжения 80 В , отрицательного сопротивления -1.4142Ω и индуктивности 7.07 мГн .
- **Вариант б):** Альтернативно, его можно представить как параллельное соединение отрицательного сопротивления -2.8284Ω и емкости 1.768 мФ .

Важно: Отрицательное сопротивление и проводимость указывают на наличие активных элементов (например, управляемых источников или усилителей). В реальных цепях пассивные компоненты не могут иметь отрицательное сопротивление. Поэтому реализация таких схем требует использования активных элементов.