

ТОЭ – часть 1
практическое занятие 8

**Расчет цепей со взаимной
ИНДУКТИВНОСТЬЮ**

Две катушки индуктивно связаны, если часть магнитного потока одной катушки сцепляется с витками другой катушки и наоборот.

При согласном включении токи катушек направлены одинаковым образом относительно одноименных зажимов (*), а при встречном включении токи направлены различно относительно этих зажимов (*).

Задача 1

Дано:

$$\underline{E}_1 = 100e^{j90^\circ} \text{ (В)};$$

$$\underline{E}_2 = 200e^{-j90^\circ} \text{ (В)};$$

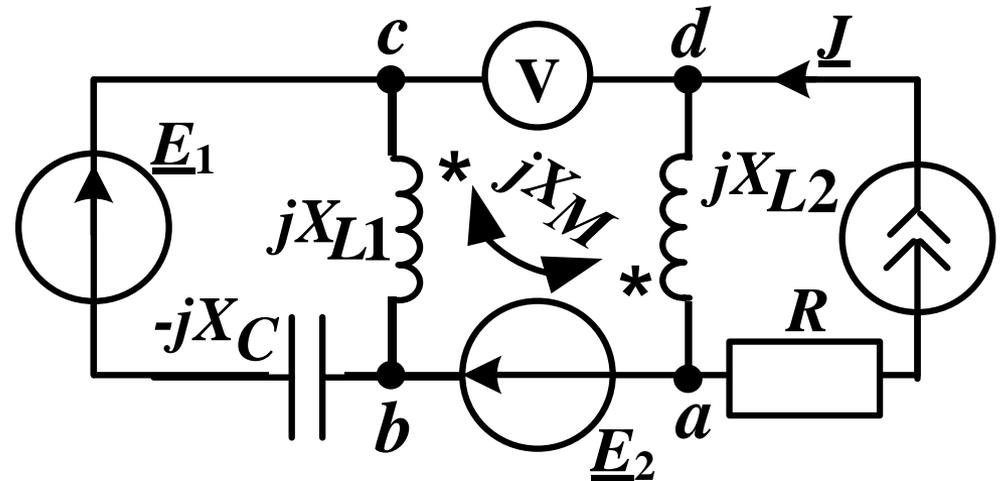
$$\underline{J} = 1e^{j0^\circ} \text{ (А)};$$

$$X_{L1} = X_{L2} = 100 \text{ (Ом)};$$

$$X_M = 50 \text{ (Ом)};$$

$$R = X_C = 50 \text{ (Ом)}.$$

Найти: $U_V = ?$



Решение

Встречное включение (-)

2 закон Кирхгофа
для 1 контура:

$$\underline{E}_1 = (jX_{L1}\underline{I}_1 - jX_M\underline{J}) + (-jX_C)\underline{I}_1 \quad \text{тогда}$$

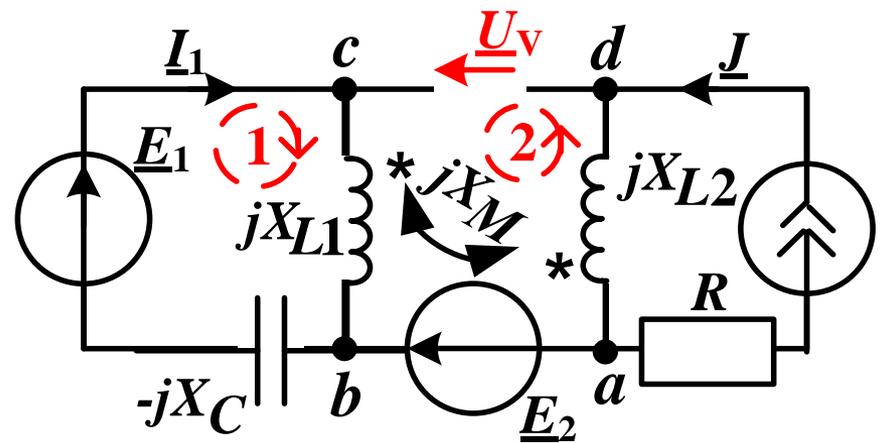
$$\underline{I}_1 = (\underline{E}_1 + jX_M\underline{J}) / (jX_{L1} - jX_C) = 3e^{j0^\circ} \text{ (A)}$$

2 закон Кирхгофа для 2 контура:

$$\underline{U}_V - \underline{E}_2 = (jX_{L1}\underline{I}_1 - jX_M\underline{J}) - (jX_{L2}\underline{J} - jX_M\underline{I}_1) \quad \text{тогда}$$

$$\underline{U}_V = \underline{E}_2 + (jX_{L1} + jX_M)\underline{I}_1 - (jX_{L2} + jX_M)\underline{J} = 100e^{j90^\circ} \text{ (B)}$$

Показание вольтметра: $U_V = 100 \text{ (B)}$



Задача 2

Дано:

$$\underline{E}_1 = 141e^{j45^\circ} \text{ (В)};$$

$$\underline{E}_2 = 200e^{-j90^\circ} \text{ (В)};$$

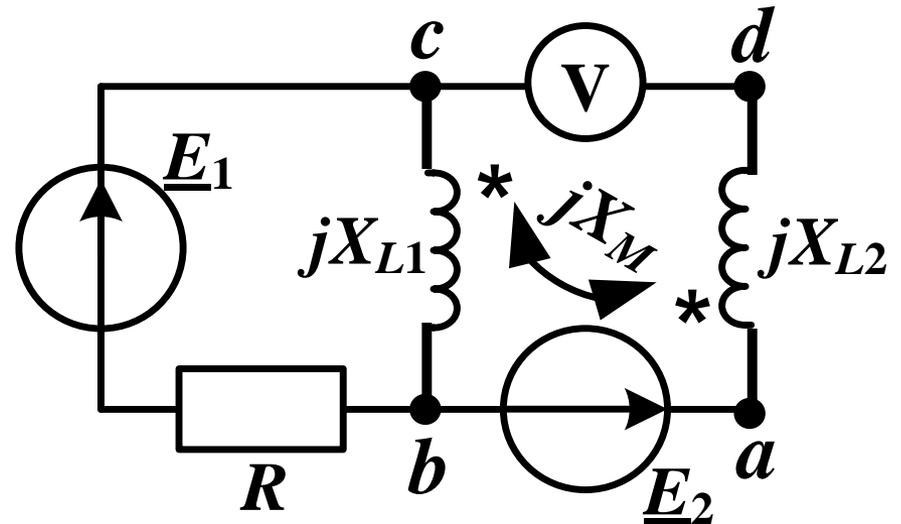
$$X_{L1} = X_{L2} = 100 \text{ (Ом)};$$

$$X_M = 50 \text{ (Ом)};$$

$$R = 100 \text{ (Ом)}.$$

Найти: $U_V = ?$

векторная диагр.=?



Решение

Согласное включение (+)

2 закон Кирхгофа
для 1 контура:

$$\underline{E}_1 = (jX_{L1}\underline{I}_1 + jX_M\underline{I}_2) + R\underline{I}_1 \quad \text{тогда при } \underline{I}_2 = 0$$

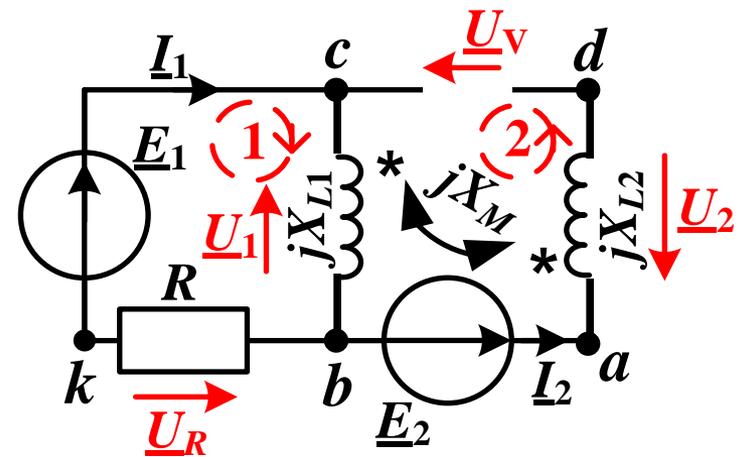
$$\underline{I}_1 = \underline{E}_1 / (R + jX_{L1}) = 1e^{j0^\circ} \text{ (A)}$$

2 закон Кирхгофа для 2 контура:

$$\underline{U}_V + \underline{E}_2 = (jX_{L1}\underline{I}_1 + jX_M\underline{I}_2) + (jX_{L2}\underline{I}_2 + jX_M\underline{I}_1) \quad \text{тогда}$$

$$\underline{U}_V = -\underline{E}_2 + (jX_{L1} + jX_M)\underline{I}_1 = 350e^{j90^\circ} \text{ (B)}$$

Показание вольтметра: $U_V = 350 \text{ (B)}$



Для векторной диаграммы
находим напряжения и
потенциалы:

$$\underline{U}_R = R\underline{I}_1 = 100e^{j0^\circ} = 100 \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_1 = jX_{L1}\underline{I}_1 + jX_M\underline{I}_2 = 100e^{j90^\circ} = j100 \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_2 = jX_{L2}\underline{I}_2 + jX_M\underline{I}_1 = 50e^{j90^\circ} = j50 \text{ (В)}$$

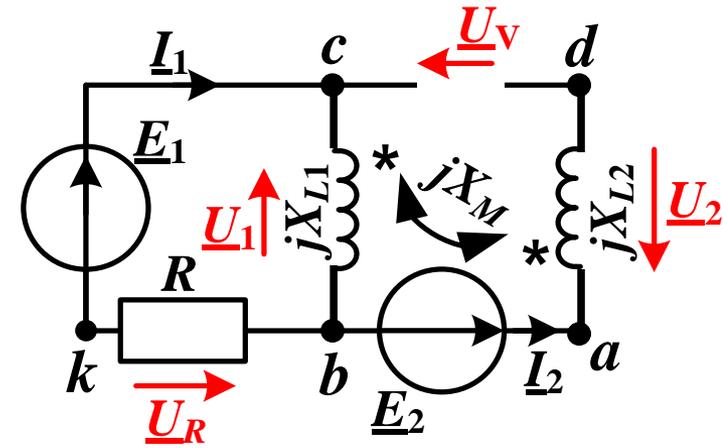
Пусть $\varphi_k = 0$, тогда

$$\varphi_b = \varphi_k + \underline{U}_R = 100 \text{ (В)}$$

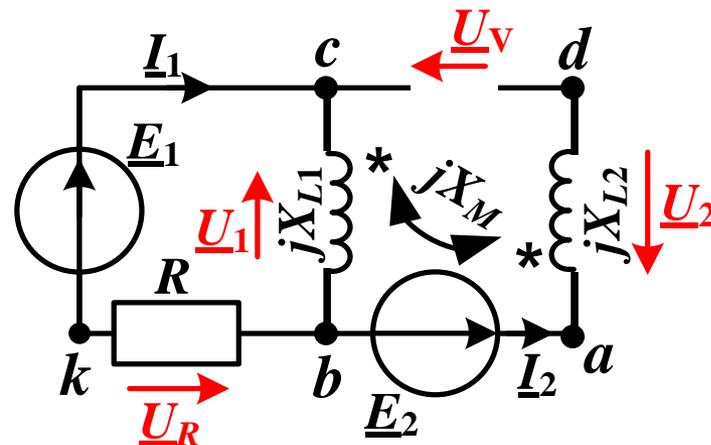
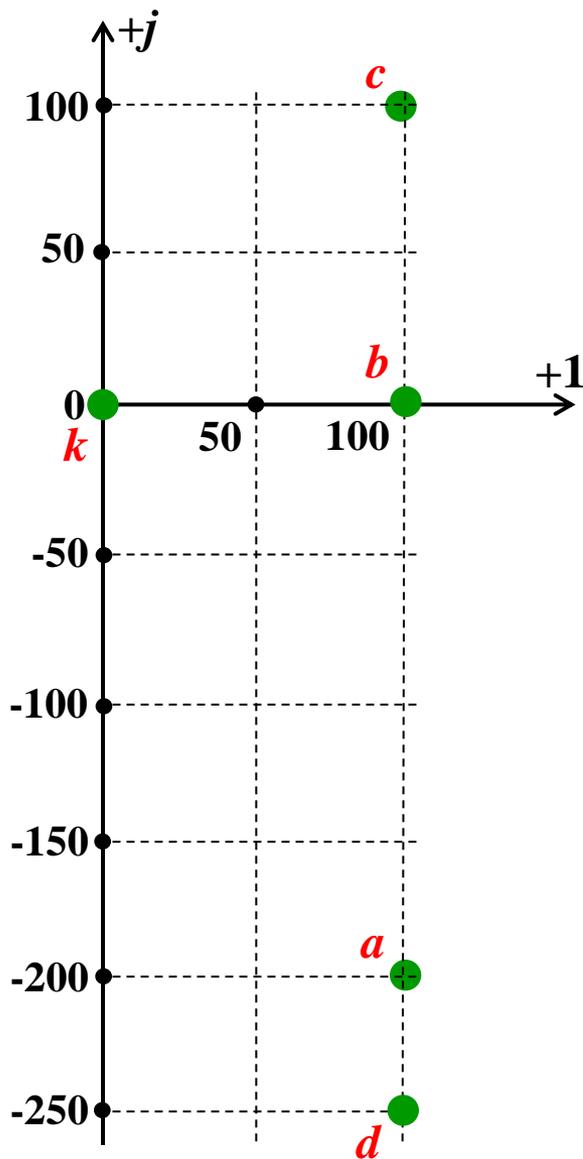
$$\varphi_c = \varphi_b + \underline{U}_1 = 100 + j100 \text{ (В)} \iff \varphi_c = \varphi_k + \underline{E}_1 = 100 + j100 \text{ (В)}$$

$$\varphi_a = \varphi_b + \underline{E}_2 = 100 - j200 \text{ (В)} \quad \varphi_d = \varphi_a - \underline{U}_2 = 100 - j250 \text{ (В)}$$

$$\text{тогда } \underline{U}_V = \varphi_c - \varphi_d = j350 = 350e^{j90^\circ} \text{ (В)} \iff U_V = 350 \text{ (В)}$$



Векторная диаграмма: $m_U = \dots$ (В/мм)



$$\underline{\varphi}_k = 0$$

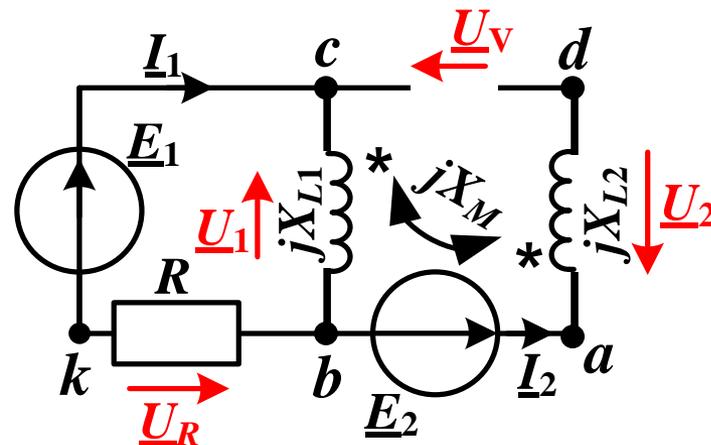
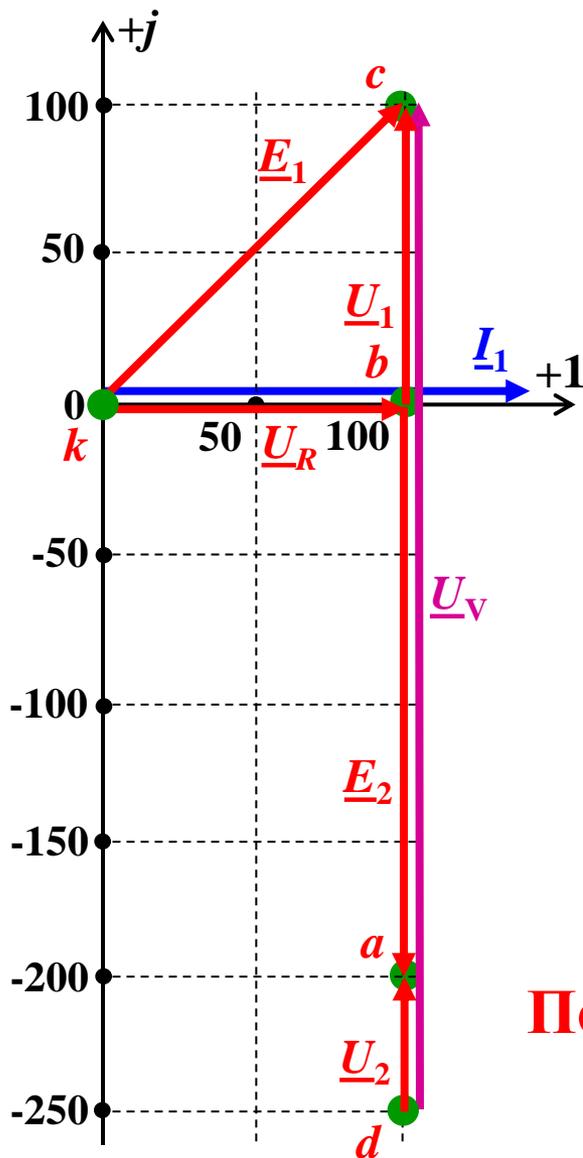
$$\underline{\varphi}_b = 100 \text{ (B)}$$

$$\underline{\varphi}_c = 100 + j100 \text{ (B)}$$

$$\underline{\varphi}_a = 100 - j200 \text{ (B)}$$

$$\underline{\varphi}_d = 100 - j250 \text{ (B)}$$

Векторная диаграмма: $m_U = \dots$ (В/мм)



$$\underline{E}_1 = 141e^{j45^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_R = 100e^{j0^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{E}_2 = 200e^{-j90^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_1 = 100e^{j90^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_2 = 50e^{j90^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{U}_V = 350e^{j90^\circ} \text{ (В)}$$

Показание вольтметра:

$$U_V = m_U \cdot dc = 350 \text{ (В)}$$