

ТОЭ – часть 1

практическое занятие 7

Методы расчета в комплексной форме

Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме имеют такой же вид и как при **постоянном токе**. Поэтому к **комплексным схемам** применимы **все известные методы** расчета в **комплексной форме**.

Задача

Дано:

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

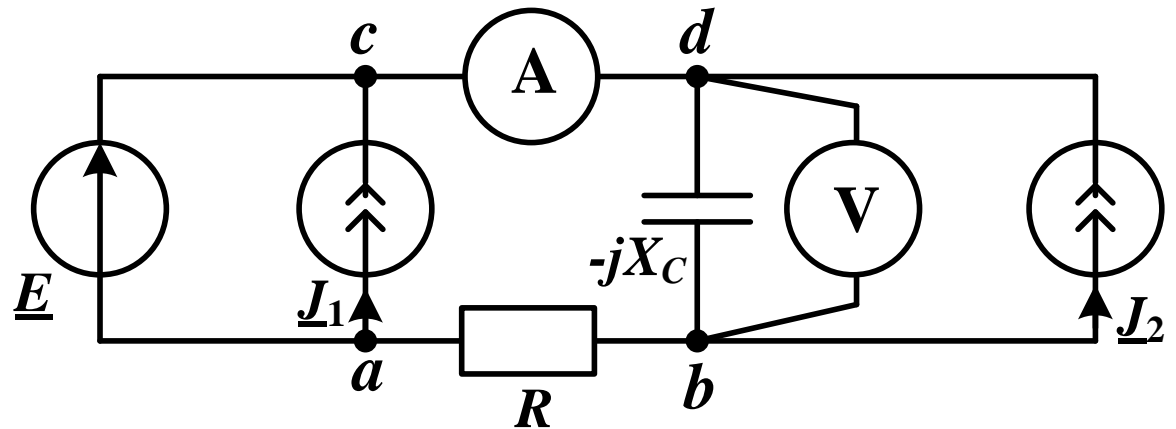
$$\underline{J}_1 = 1e^{j0^\circ} \text{ (А)};$$

$$\underline{J}_2 = 2e^{-j90^\circ} \text{ (А)};$$

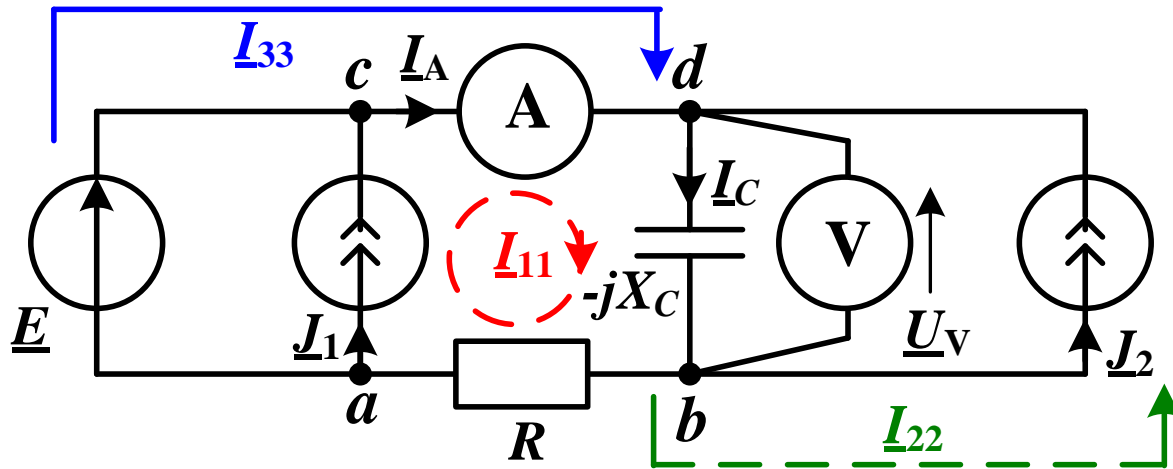
$$R = 60 \text{ (Ом)};$$

$$X_C = 80 \text{ (Ом)}.$$

Найти: $I_A = ?$ $U_V = ?$



1. Метод контурных токов:



$$\underline{I}_{11} = \underline{J}_1 = 1e^{j0^\circ} \text{ (A)} \quad \underline{I}_{22} = \underline{J}_2 = 2e^{-j90^\circ} \text{ (A)}$$

$$\underline{I}_{33}(R - jX_C) + \underline{I}_{11}(R - jX_C) + \underline{I}_{22}(-jX_C) = \underline{E}$$

$$\underline{I}_{33} = \frac{\underline{E} - \underline{I}_{11}(R - jX_C) + \underline{I}_{22}jX_C}{R - jX_C} \approx 2,06e^{j114,1^\circ} \text{ (A)}$$

Ток амперметра

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{11} + \underline{I}_{33} = 1,89e^{j85^\circ} \text{ (A)}$$

Показание амперметра (действующее значение):

$$I_A = 1,89 \text{ (A)}$$

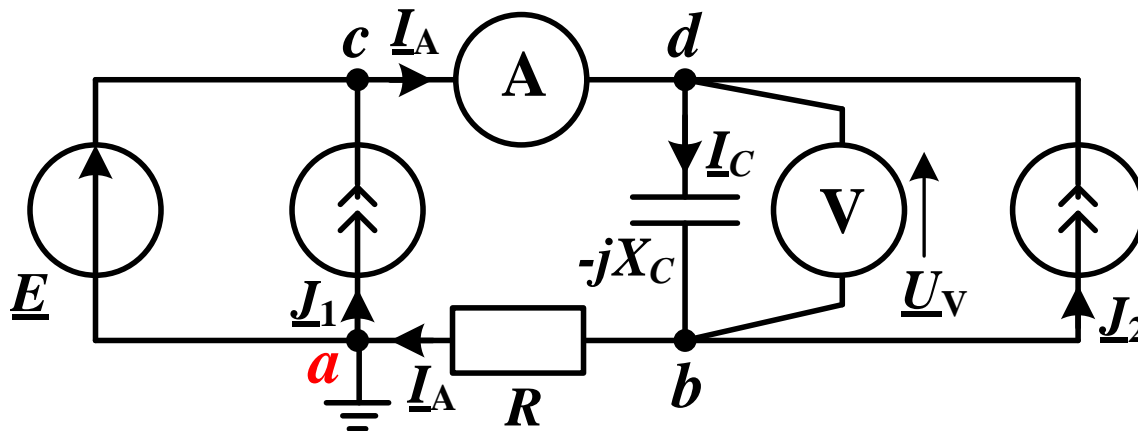
Напряжение вольтметра

$$\underline{U}_V = \underline{I}_C(-jX_C) = (\underline{I}_{11} + \underline{I}_{22} + \underline{I}_{33})(-jX_C) = 12e^{-j127^\circ} \text{ (В)}$$

Показание вольтметра (действующее значение):

$$U_V = 12 \text{ (В)}$$

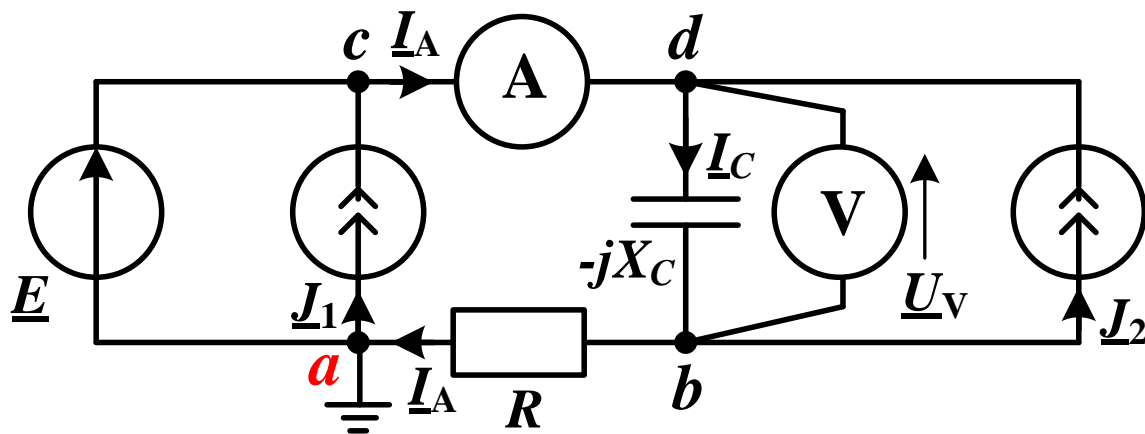
2. Метод узловых потенциалов:



$$\underline{\varphi}_a = 0 \quad \underline{\varphi}_c = \underline{\varphi}_d = \underline{E} = 100e^{j90^\circ} \text{ (В)}$$

$$\underline{\varphi}_b [1/R + 1/(-jX_c)] - \underline{\varphi}_d [1/(-jX_c)] = -\underline{J}_2$$

$$\underline{\varphi}_b = \frac{\underline{\varphi}_d [1/(-jX_c)] - \underline{J}_2}{1/R + 1/(-jX_c)} = 113,2e^{j85,1^\circ} \text{ (В)}$$



Ток амперметра

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{I}_C - \underline{J}_2 = (\varphi_d - \varphi_b) / (-jX_C) - \underline{J}_2 = \\ &= (\varphi_b - \varphi_a) / R = 1,89 e^{j85^\circ} \text{ (A)} \quad \longrightarrow \quad \underline{I}_A = 1,89 \text{ (A)} \end{aligned}$$

Напряжение вольтметра

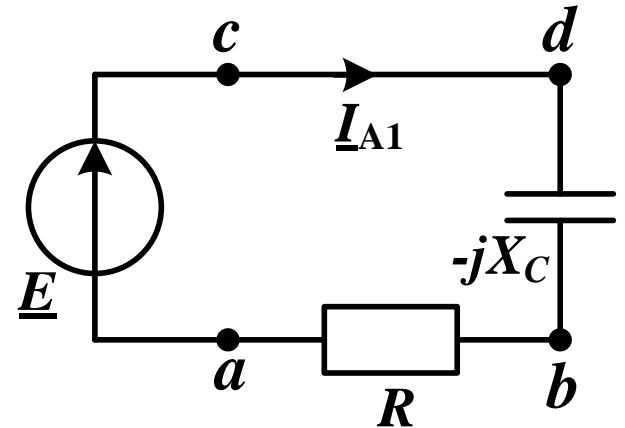
$$\underline{U}_V = \varphi_d - \varphi_b = 12 e^{-j127^\circ} \text{ (В)} \quad \longrightarrow \quad \underline{U}_V = 12 \text{ (В)}$$

3. Метод наложения: $\underline{I}_A = ?$

а) подсхема с ЭДС \underline{E}

закон Ома

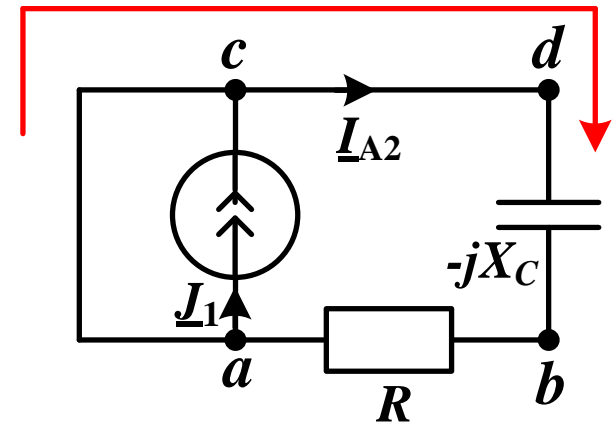
$$\underline{I}_{A1} = \frac{\underline{E}}{R - jX_C} = 1e^{j143,1^\circ} \text{ (A)}$$



б) подсхема с источником тока \underline{J}_1

2-ой закон Кирхгофа

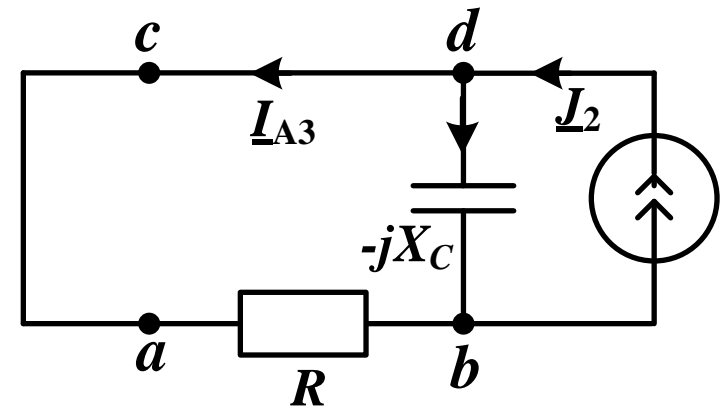
$$\underline{I}_{A2}(R - jX_C) = 0, \text{ тогда } \underline{I}_{A2} = 0$$



в) подсьема с источником тока \underline{J}_2

правило разброса

$$\underline{I}_{A3} = \frac{\underline{J}_2 (-jX_c)}{R - jX_c} = 1,6e^{-j126,9^\circ} \text{ (A)}$$



г) результирующий ток \underline{I}_A

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{A1} + \underline{I}_{A2} - \underline{I}_{A3} = 1,89e^{j85,1^\circ} \text{ (A)} \quad \rightarrow \quad I_A = 1,89 \text{ (A)}$$