

ГЛАВА 5

Расчет установившихся режимов работы линий электропередачи

§ 1 Общие положения.

§ 2 Расчет режима линии при заданном токе нагрузки.

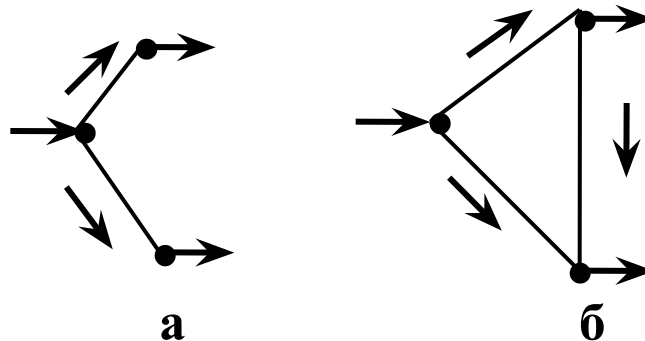
§ 3 Расчет режима линии при заданной мощности нагрузки.

§ 4 Падение и потеря напряжения в линии.

§1 Общие положения

Режим работы линии – ее состояние в данный момент времени, который характеризуется параметрами, определяющими ее процесс функционирования. Это полная, активная и реактивные мощности, напряжение и ток.

В простейшем случае линии (сети) подразделяются на разомкнутые и замкнутые



Элементы СЗ электрических линий делятся на **активные и пассивные**.

Пассивные делятся на:

- **продольные и поперечные;**
- **линейные и нелинейные.**

Активные элементы схем замещения — источники ЭДС и тока.

Режимы работы электрической сети подразделяются на установившиеся и переходные.

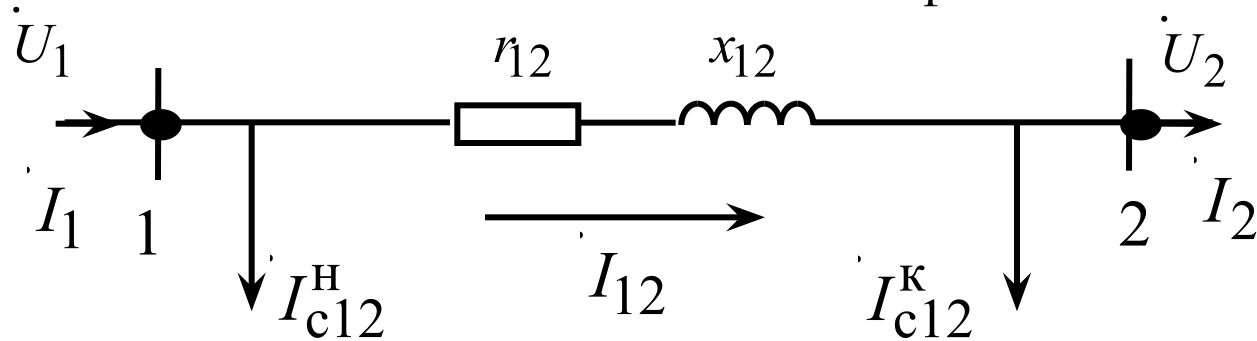
В данной главе рассматриваются основные методы расчета установившихся режимов работы разомкнутых электрических линий с линейными активными элементами.

Исходными данными для таких расчетов являются:

- схема электрической линии;
- схемы замещения ее элементов и их параметры;
- значения нагрузок, заданных в виде тока нагрузки или мощности нагрузки;
- напряжение в одной из точек электрической сети (в конце или в начале линии).

§2 Расчет режима линии при заданном токе нагрузки

2.1 Задано напряжение в конце линии $\dot{U}_\phi = Const.$



Известны: $I_2, Z_{12} = r_{12} + jx_{12}; b_{12}$

Надо определить: $I_{12}, I_1, \dot{U}_1, \Delta S$

$$I_{c12}^K = \frac{1}{2} \dot{U}_2 j b_{12} \quad I_{c12} = I_2 + I^K \quad \dot{U}_\phi = \dot{U}_\phi + I_2 (r_{12} + jx_{12})$$

$$I_{c12}^H = \frac{1}{2} \dot{U}_1 j b_{12} \quad I_{c12} = I_{12} + I^H \quad \Delta S_{12} = 3 I_{12}^2 Z_{12}$$

$$\Delta S = \Delta S_{12} - jQ_{c12}^K - jQ_{c12}^H \quad jQ_{\phi 12}^K = \frac{1}{2} \dot{U}_2^2 j b_{12} \quad jQ_{\phi 12}^H = \frac{1}{2} \dot{U}_1^2 j b_{12}$$

2.2 Задано напряжение в начале линии $\dot{U}_\Phi = Const.$

Известны: $\dot{I}_2, \dot{Z}_{12} = r_{12} + jx_{12}; b_{12}$

Надо определить: $\dot{I}_{12}, \dot{I}_1, \dot{U}_\Phi, \Delta S$

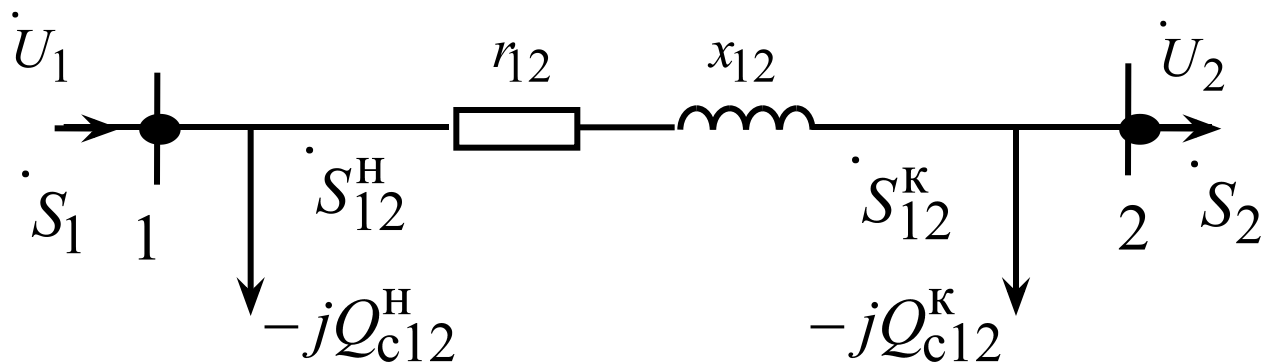
$$\dot{Y}_{\Phi 2} \dot{U}_{212} + \dot{Y}_\Phi \dot{U}_2 = \dot{I} \quad \dot{Y}_{12} = -\frac{1}{\dot{Z}_{12}} \quad \dot{Y}_{22} = \frac{1}{\dot{Z}_{12}} + jb_{12}$$

$$\dot{U}_\Phi = \frac{\dot{I}_\Phi - \dot{Y}_{12} \dot{U}_1}{\dot{Y}_{22}} \quad \dot{I}_{12} = \frac{\dot{U}_\Phi - \dot{U}_{2\Phi}}{\dot{Z}_{12}} \quad \dot{I}_{c12}^H = \frac{1}{2} \dot{U}_{1\Phi} jb_{12}$$

$$\dot{I}_{\Phi 12} = \dot{I}_{12} + \dot{I}^H$$

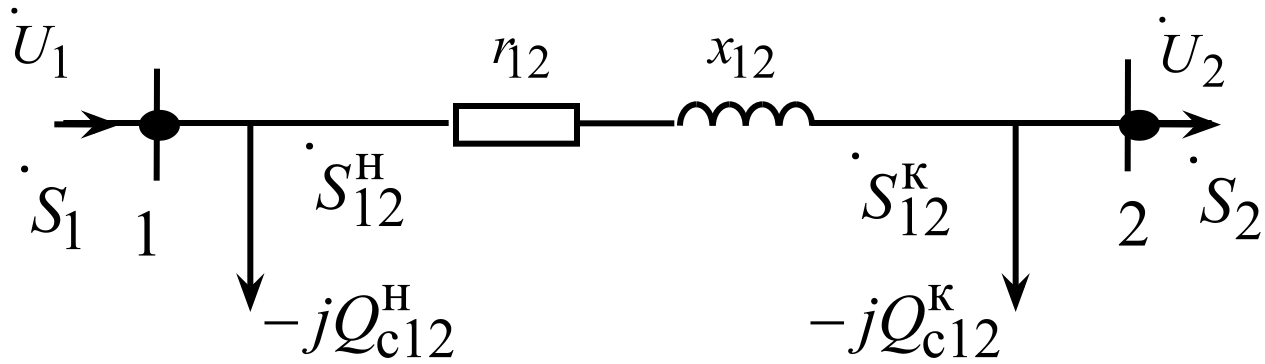
§3 Расчет режима линии при заданной мощности нагрузки

3.1 Задано напряжение в конце линии $\dot{U}_2 = const$



Известны: $\dot{S}_2, Z_{12} = r_{12} + jx_{12}; b_{12}$

Надо определить: $\dot{S}_{12}^K, \dot{S}_{12}^H, \Delta S, \dot{U}_1, \dot{S}_1$



$$-jQ_{c12}^K = -\frac{1}{2} \dot{U}_2^2 j b_{12} \quad \dot{S}_{12}^K = \dot{S}_2 - jQ^K = P_{12}^K + jQ_{12}^K$$

$$\Delta \dot{S}_{12}^K = 3 I_{12}^2 Z_{12} = \frac{(\dot{S}_{12}^K)^2}{U_2^2} Z_{12} = \frac{(P_{12}^K)^2 + (Q_{12}^K)^2}{U_2^2} (r_{12} + jx_{12})$$

$$\dot{S}_{12}^H = \dot{S}_{12}^K + \Delta \dot{S}_{12}^K \quad \dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \sqrt{3} I_{12} Z_{12} = \dot{U}_2 + \frac{\dot{S}_{12}^{K*}}{U_2^*} Z_{12}$$

$$-jQ_{c12}^H = -\frac{1}{2} U_1^2 j b_{12} \quad \dot{S}_{12}^H = \dot{S}_{12}^H - jQ^H \quad \Delta \dot{S} = \Delta \dot{S}_{12}^K - jQ^H$$

3.2 Задано напряжение в начале линии $\dot{U}_1 = const$

Известны: $\dot{S}_2, \dot{Z}_{12} = r_{12} + jx_{12}; b_{12}$

Надо определить: $\dot{S}_{12}^K, \dot{S}_{12}^H, \Delta \dot{S}, \dot{U}_2, \dot{S}_1$

$$\dot{Y}_{22}\dot{U}_2 + \dot{Y}_{12}\dot{U}_1 = \dot{I}_2(U)$$

1 этап: $\dot{U}_H = U \quad -jQ_{c21}^K = -\frac{1}{2}U_H^2 j b_{12}$

$$\dot{S}_{12}^K = \dot{S}_2 - jQ^K = P_{12}^K + jQ_{12}^K$$

$$\Delta \dot{S}_{12}^K = 3I_{12}^2 \dot{Z}_{12} = \frac{\left(\dot{S}_{12}^K\right)^2}{U_H^2} \dot{Z}_{12} = \frac{\left(P_{12}^K\right)^2 + \left(Q_{12}^K\right)^2}{U_H^2} (r_{12} + jx_{12})$$

$$\dot{S}_{12}^H = \dot{S}_{12}^K + \Delta \dot{S}_{12}^K$$

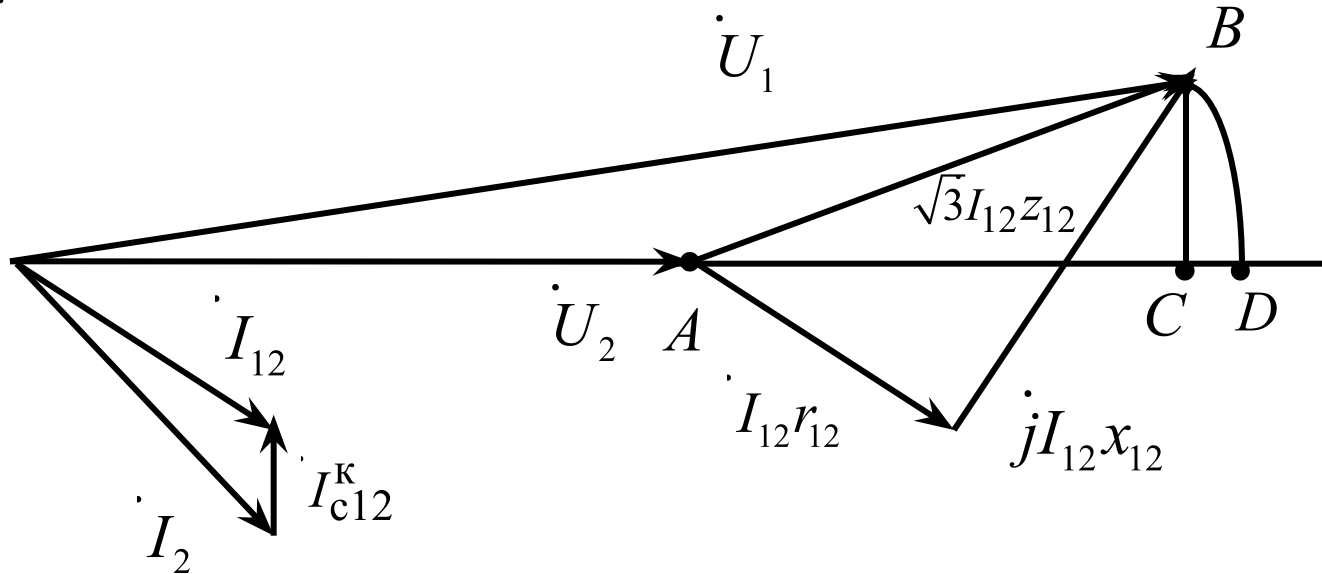
2 этап:

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \sqrt{3} I_{12} \dot{Z}_{12} = \dot{U}_1 - \frac{\dot{S}_{12}^{\text{H}}}{\dot{U}_1^*} \dot{Z}_{12}$$

$$-jQ_{\text{c}12}^{\text{H}} = -\frac{1}{2} U_1^2 j b_{12} \quad \dot{S}_{\text{d}12} \dot{S}_{12}^{\text{H}} - jQ^{\text{H}} \quad \Delta \dot{S} = \Delta \dot{S}_{\text{d}22}^{\text{K}} - jQ^{\text{K}}$$

§4 Падение и потеря напряжения в линии

Векторная диаграмма для линейных напряжений в начале и в конце линии \dot{U}_1 и \dot{U}_2 :



$$\overline{AB} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2 = \sqrt{3}I_{12}\dot{Z}_{12}$$

$$\overline{AC} = \Delta U_{12}^K$$

$$\overline{CB} = \delta U_{12}^K$$

$$\dot{U}_1 - \dot{U}_2 = \Delta U_{12}^K + j\delta U_{12}^K$$

$$\overline{AD} = U_1 - U_2$$

1. Известны мощность и напряжение в конце линии $\dot{S}_{12}^K, \dot{U}_2$

$$\dot{I}_{12} = \frac{\dot{S}_{12}^K}{\sqrt{3}U_2}$$

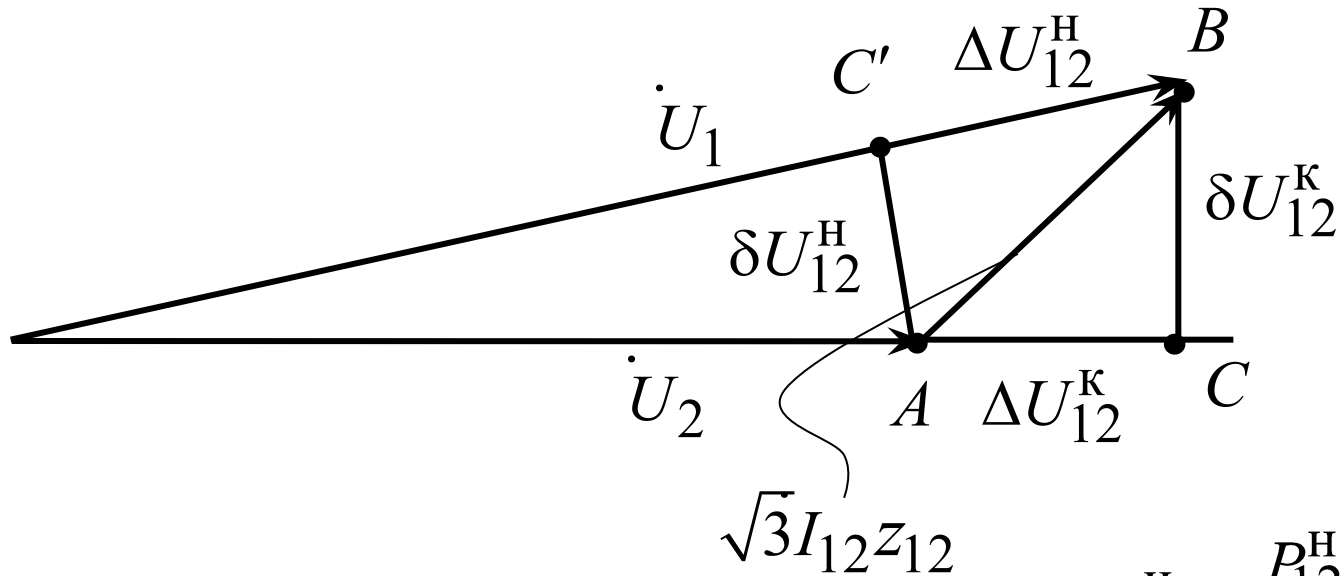
$$\dot{U}_1 - \dot{U}_2 = \Delta U_{12}^K + j\delta U_{12}^K = \sqrt{3}I_{12}Z_{12} = \frac{P_{12}^K - jQ_{12}^K}{U_2}(r_{12} + jx_{12}) =$$

$$= \underbrace{\frac{P_{12}^K r_{12} + Q_{12}^K x_{12}}{U_2}}_{\Delta U_{12}^K} + j \underbrace{\frac{P_{12}^K x_{12} - Q_{12}^K r_{12}}{U_2}}_{j\delta U_{12}^K}.$$

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_2 + \Delta \dot{U}_{12}^K + j\delta \dot{U}_{12}^K \quad U_1 = \sqrt{(U_2 + \Delta U_{12}^K)^2 + (\delta U_{12}^K)^2}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\delta U_{12}^K}{U_2 + \Delta U_{12}^K}$$

2. Известны мощность и напряжение в начале линии \dot{S}_{12}, \dot{U}_1



$$\Delta U_{12}^H = \overline{BC'}$$

$$\delta U_{12}^H = \overline{AC'}$$

$$\Delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H r_{12} + Q_{12}^H x_{12}}{U_1}$$

$$\Delta U_{12}^H \neq \Delta U_{12}^K$$

$$\delta U_{12}^H \neq \delta U_{12}^K$$

$$\delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H x_{12} - Q_{12}^H r_{12}}{U_1}$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 - \Delta U_{12}^H - j\delta U_{12}^H$$

$$U_2 = \sqrt{(U_1 - \Delta U_{12}^H)^2 + (\delta U_{12}^H)^2}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\delta U_{12}^H}{U_1 - \Delta U_{12}^H}$$