

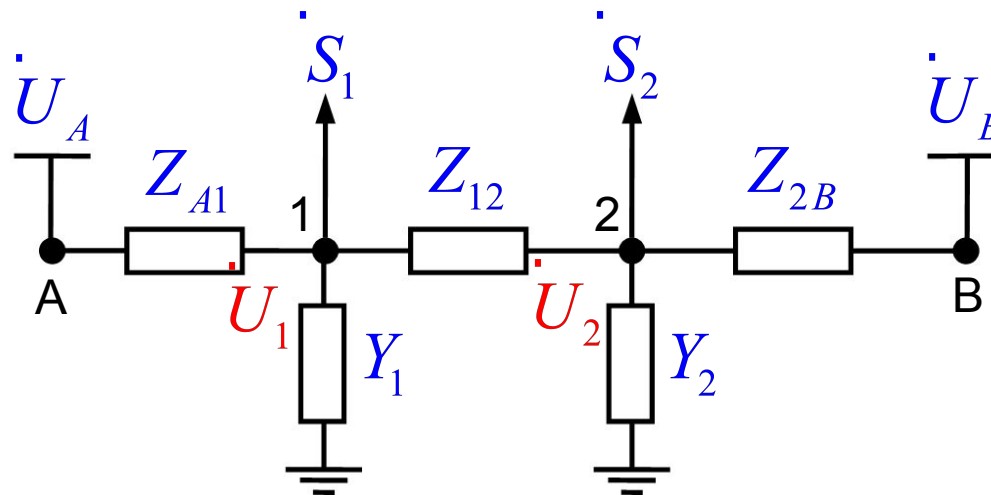


# Расчет установившихся режимов электрической сети с двухсторонним питанием В МОЩНОСТЯХ



# Расчет сети с двухсторонним питанием в мощностях

Равенство напряжений по концам передачи



Заданы:  $Z_{A1}, Z_{12}, Z_{2B}, Y_1, Y_2; \dot{S}_1, \dot{S}_2; \dot{U}_A = \dot{U}_B.$

Определить:  $\dot{U}_1, \dot{U}_2.$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

1. Начальные приближения напряжений

$$\dot{U}_1^{(0)} = \dot{U}_2^{(0)} = \dot{U}_A = \dot{U}_B.$$

2. Потери мощности в шунтах

$$\dot{\Delta S}_{\text{ш}i}^{(1)} = \left( U_i^{(0)} \right)^2 \hat{Y}_i, i = 1, 2.$$

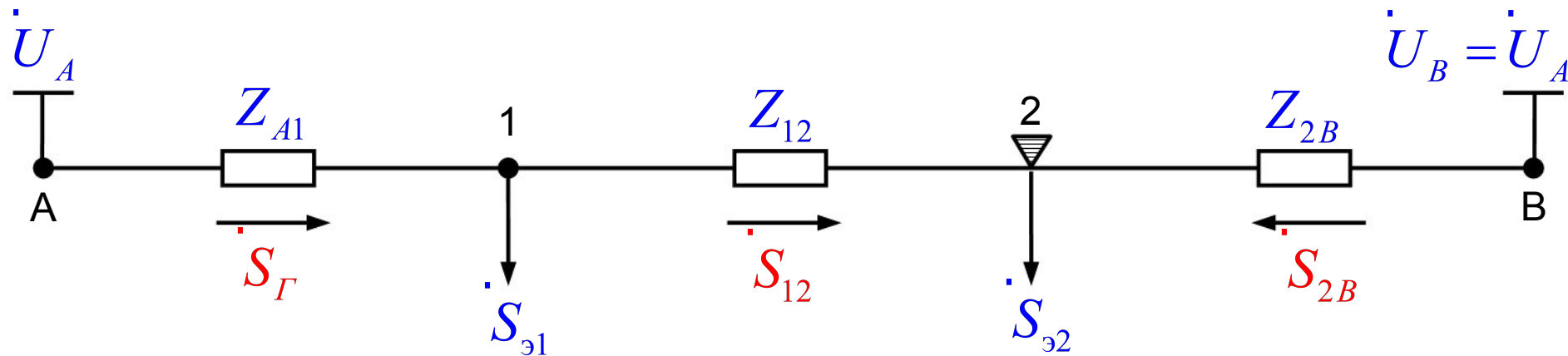
3. Эквивалентные мощности узлов

$$\dot{\Delta S}_{\text{Э}i}^{(1)} = \dot{\Delta S}_i + \dot{\Delta S}_{\text{ш}i}^{(1)}, i = 1, 2.$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета



4. Головной поток без учета потерь мощности

$$\dot{S}_{\Gamma}^{(1)} = \frac{\sum \dot{S}_{\text{э}i}^{(1)} \hat{Z}_{iB}}{\hat{Z}_{AB}}$$

5. Поток в ветвях сети без учета потерь мощности

$$\dot{S}_{\Gamma 2}^{(1)} = \dot{S}_{\text{э}1}^{(1)} - \dot{S}_2^{(1)}; \quad \dot{S}_{12B}^{(1)} = \dot{S}_{\text{э}2}^{(1)} - \dot{S}^{(1)}$$

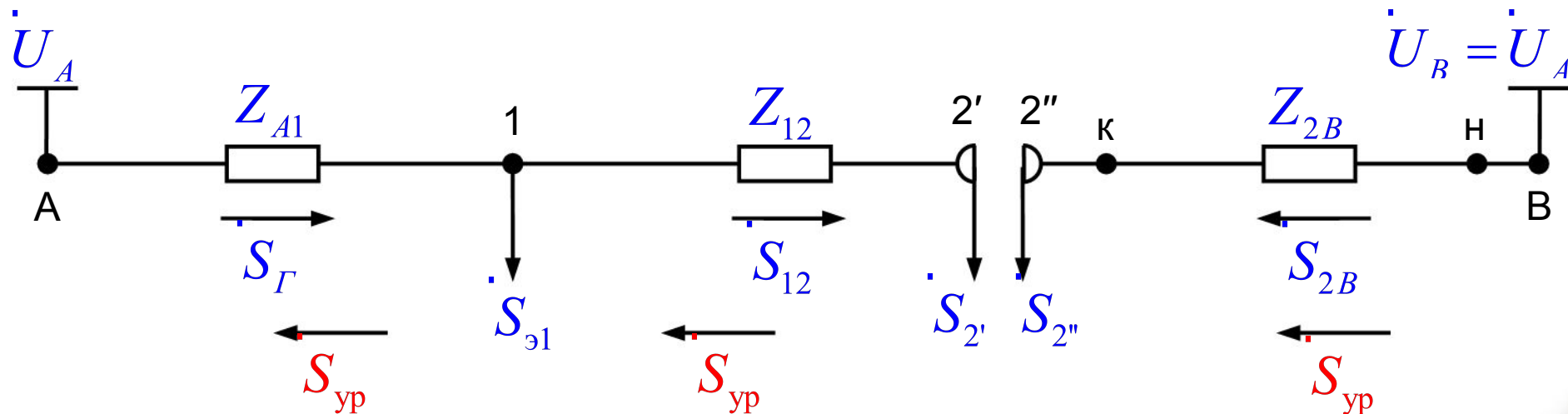


# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

6. Узел 2 – точка потоко раздела. Разделение кольца на две разомкнутые схемы.

Разнос нагрузки  $S_2$  между узлами  $2' - S_{2'}$  и  $2'' = S_{2''}$ .





# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

6. Условные мощности узлов  $2'$  и  $2''$  :

$$\dot{S}_{22}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(1)}; \quad \dot{S}_{2''}^{(1)} = \dot{S}_{2B}^{(1)}, \quad \dot{S}_{2'}^{(1)} + \dot{S}_{2''}^{(1)} = \dot{S}^{(1)}.$$

7. Расчет правой части схемы:

$$\dot{S}_{2''B}^{K(1)} = \dot{S}_{2''}^{(1)} \Rightarrow \dot{S}_{2''B}^{H(1)} = \dot{S}_{2''B}^{K(1)} + \Delta \dot{S}_{2''B}^{(1)};$$
$$\Delta \dot{S}_{2''B}^{(1)} = \left( \frac{\dot{S}_{2''B}^{K(1)}}{U_2^{(0)}} \right)^2 Z_{2B}$$

$$\dot{U}_{2''}^{(1)} = U_B - \Delta \dot{U}_{2''B}^{(1)}; \quad \Delta \dot{U}_{2''B}^{(1)} = \Delta U_{2''B}^{(1)} + j\delta U_{2''B}^{(1)};$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

7. Расчет правой части схемы:

$$\Delta U_{2''B}^{(1)} = \frac{P_{2B}^{H(1)} R_{2B} + Q_{2B}^{H(1)} X_{2B}}{U_B}; \quad \delta U_{2''B}^{(1)} = \frac{P_{2B}^{H(1)} X_{2B} - Q_{2B}^{H(1)} R_{2B}}{U_B};$$

$$U_{2''}^{(1)} = \sqrt{\left(U_B - \Delta U_{2''B}^{(1)}\right)^2 + \left(\delta U_{2''B}^{(1)}\right)^2}; \quad \delta_{2''B}^{(1)} = \arctg \frac{-\delta U_{2''B}^{(1)}}{U_B - \Delta U_{2''B}^{(1)}};$$

$$\dot{U}_{2''}^{(1)} = U_{2''}^{(1)} \left| \delta_{2''B}^{(1)} \right.$$

8. Расчет левой части схемы и определение

$$\dot{U}_{2'}^{(1)} = U_{2'}^{(1)} \left| \delta_{2'B}^{(1)} \right.$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

9. Уравнительный поток,  $\dot{U}_{2'}^{(1)} \neq \dot{U}_{2''}^{(1)}$ .

$$\dot{S}_{\text{ур}} = \sqrt{3} \dot{I}_{\text{ур}}^* \dot{U}_{2\text{cp}} = \frac{\Delta \dot{U}_2^*}{\hat{Z}_{AB}} \dot{U}_{2\text{cp}}, \quad \dot{U}_{2\text{cp}} = \frac{\dot{U}_{2'}^{(1)} + \dot{U}_{2''}^{(1)}}{2}.$$

10. Уточнение распределения нагрузки узла 2

$$\dot{S}_{\text{зп}}^{(2)} = \dot{S}_{2''}^{(1)} + \dot{S}_{2''}; \quad \dot{S}_{\text{ур}}^{(2)} = \dot{S}_{2'}^{(1)} - \dot{S}_{2''}; \quad \dot{S}_{\text{э2}}^{(2)} + \dot{S}^{(2)} = \dot{S}^{(1)}.$$

11. Проверка точности расчета установившегося режима

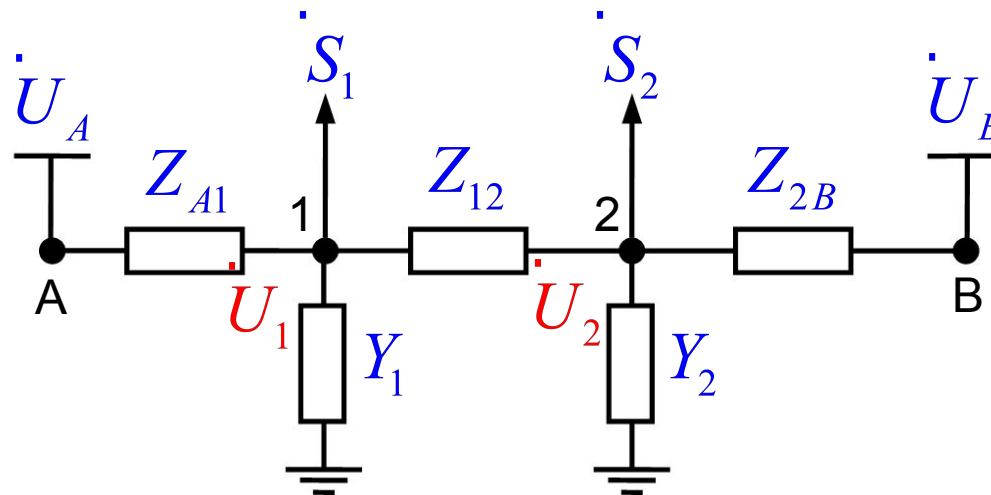
$$\dot{\left| \dot{U}_i^{(k)} - \dot{U}_i^{(k+1)} \right|} < \xi; \quad \left| \delta_{Ai}^{(k)} - \delta_{12}^{(k+1)} \right| < \psi; \quad i = 1, 2, \dots, n.$$





# Расчет сети с двухсторонним питанием в мощностях

Различные напряжения по концам передачи



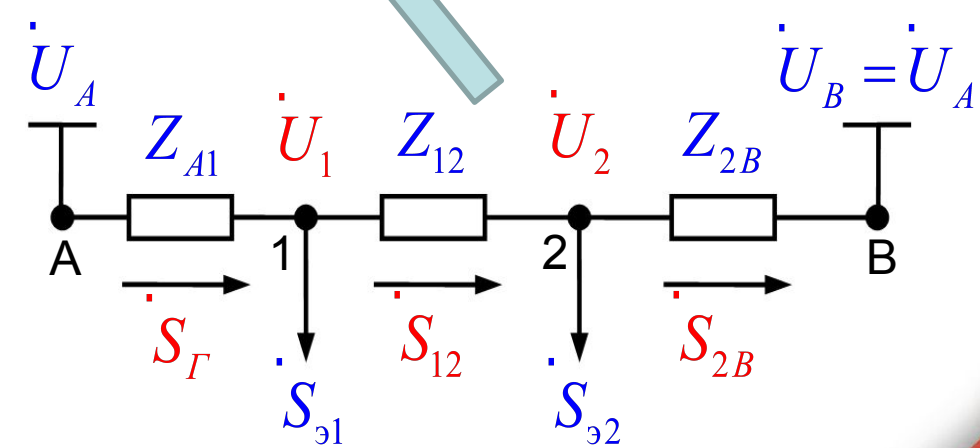
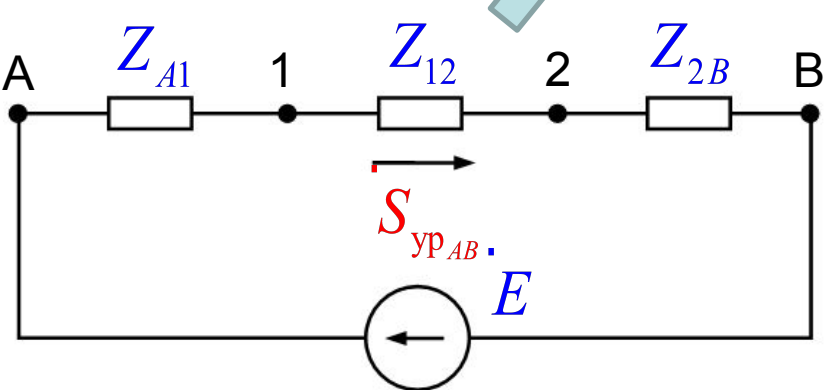
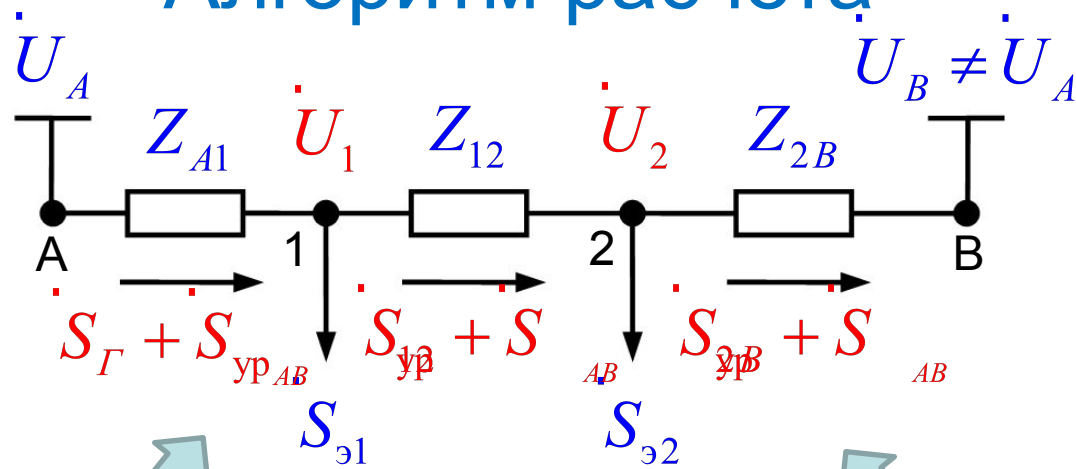
Заданы:  $Z_{A1}, Z_{12}, Z_{2B}, Y_1, Y_2; \dot{S}_1, \dot{S}_2; \dot{U}_A \neq \dot{U}_B.$

Определить:  $\dot{U}_1, \dot{U}_2.$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета





# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

1. Начальные приближения

$$\dot{U}_1^{(0)} = \dot{U}_2^{(0)} = \dot{U}_A = \dot{U}_B.$$

2. Потери мощности в шунтах

$$\Delta \dot{S}_{\text{ш}i}^{(1)} = \left( U_i^{(0)} \right)^2 \hat{Y}_i, i = 1, 2.$$

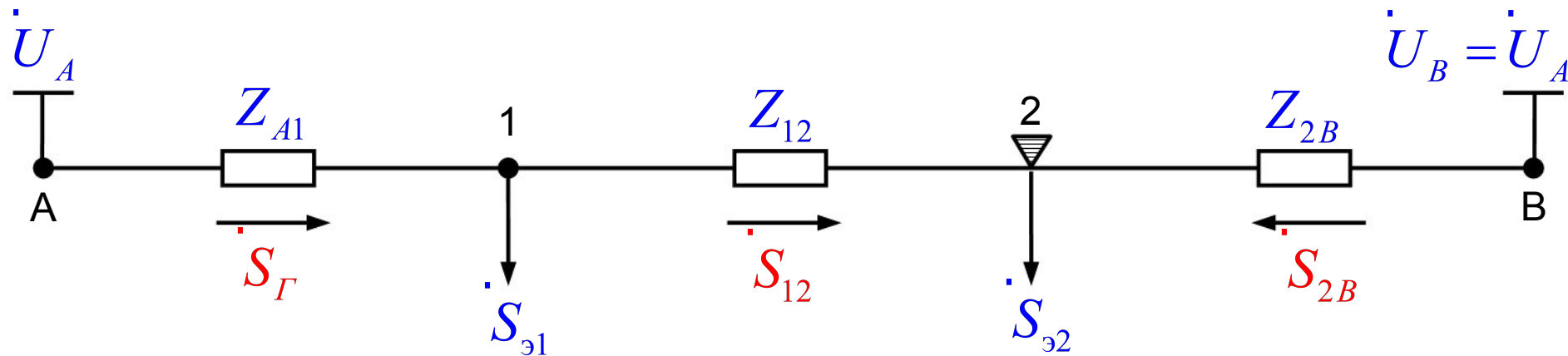
3. Эквивалентные мощности узлов

$$\Delta \dot{S}_{\text{Э}i}^{(1)} = \Delta \dot{S}_i + \Delta \dot{S}_{\text{ш}i}^{(1)}, i = 1, 2.$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета



4. Определение головного потока на участке А – 1

$$\dot{S}_{\Gamma}^{(1)} = \frac{\sum \dot{S}_{\partial i}^{(1)} \hat{Z}_{iB}}{\hat{Z}_{AB}}$$

Потоки во всех ветвях сети без учета потерь

$$\dot{S}_{\Gamma 2}^{(1)} = \dot{S}_{\partial 1}^{(1)} - \dot{S}_2^{(1)}; \quad \dot{S}_{12B}^{(1)} = \dot{S}_{\partial 2}^{(1)} - \dot{S}^{(1)}$$



# Расчет установившегося режима Алгоритм расчета

5. Определение уравнительного потока:

$$\dot{I}_{\text{ур}_{AB}} = \frac{\Delta \dot{U}_{AB}}{Z_{AB} \sqrt{3}} \Rightarrow \dot{S}_{\text{ур}_{AB}} = \frac{\Delta \dot{U}_{AB}^*}{\hat{Z}_{AB}} \dot{U}_{AB \text{ср}},$$

где  $\Delta \dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B$ ;  $\dot{U}_{AB \text{ср}} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B}{2}$ ;  $Z_{AB} = Z_{A1} + Z_{A2} + Z_{2B}$ .

Корректировка потоков во всех ветвях сети без учета потерь:

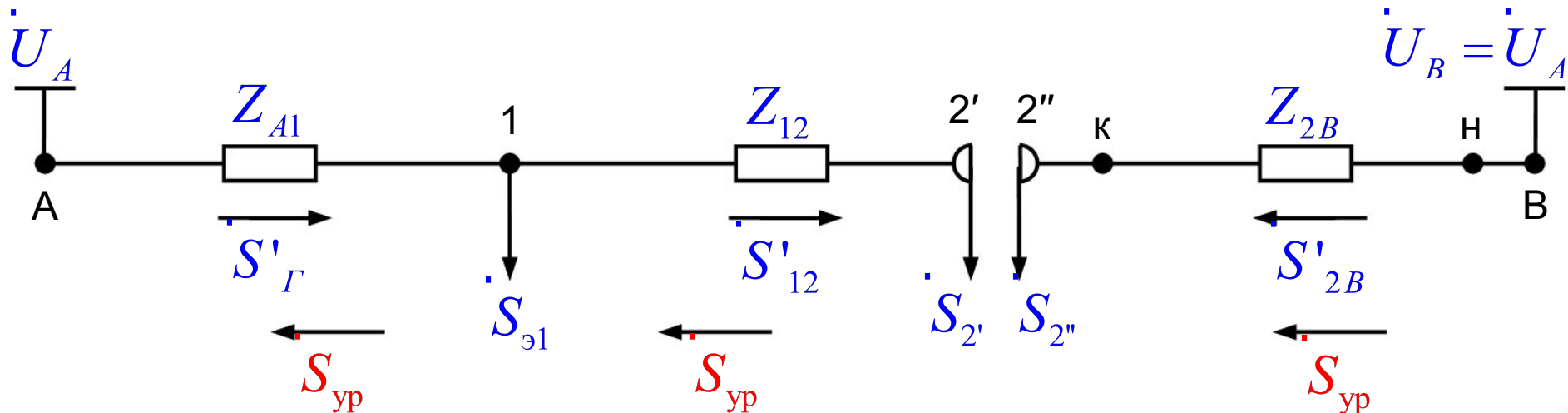
$$\dot{S}'_{\Gamma} = \dot{S}_{\Gamma}^{(1)} + \dot{S}_{\text{ур}_{AB}}; \quad \dot{S}'_{12} = \dot{S}_{12}^{(1)} + \dot{S}_{\text{ур}_{AB}}; \quad \dot{S}'_{2B} = \dot{S}_{2B}^{(1)} + \dot{S}_{\text{ур}_{AB}}.$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

6. Для учета потерь мощности заданная сеть разрезается на две разомкнутые схемы по точке потокораздела и производиться расчет обеих схем с учетом потерь





# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

7. Условные мощности узлов  $2'$  и  $2''$  :

$$\dot{S}_{22}^{(1)} = \dot{S}_{12}^{(1)}; \quad \dot{S}_{2''}^{(1)} = \dot{S}_{2B}^{(1)}, \quad \dot{S}_{2'}^{(1)} + \dot{S}_{2''}^{(1)} = \dot{S}^{(1)}.$$

8. Расчет правой части схемы:

$$\dot{S}_{2''B}^{K(1)} = \dot{S}_{2''}^{(1)} \Rightarrow \dot{S}_{2''B}^{H(1)} = \dot{S}_{2''B}^{K(1)} + \Delta \dot{S}_{2''B}^{(1)};$$
$$\Delta \dot{S}_{2''B}^{(1)} = \left( \frac{\dot{S}_{2''B}^{K(1)}}{U_2^{(0)}} \right)^2 Z_{2B}$$

$$\dot{U}_{2''}^{(1)} = U_B - \Delta \dot{U}_{2''B}^{(1)}; \quad \Delta \dot{U}_{2''B}^{(1)} = \Delta U_{2''B}^{(1)} + j\delta U_{2''B}^{(1)};$$



# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

9. Расчет правой части схемы:

$$\Delta U_{2''B}^{(1)} = \frac{P_{2B}^{H(1)} R_{2B} + Q_{2B}^{H(1)} X_{2B}}{U_B}; \quad \delta U_{2''B}^{(1)} = \frac{P_{2B}^{H(1)} X_{2B} - Q_{2B}^{H(1)} R_{2B}}{U_B};$$

$$U_{2''}^{(1)} = \sqrt{\left(U_B - \Delta U_{2''B}^{(1)}\right)^2 + \left(\delta U_{2''B}^{(1)}\right)^2}; \quad \delta_{2''B}^{(1)} = \arctg \frac{-\delta U_{2''B}^{(1)}}{U_B - \Delta U_{2''B}^{(1)}};$$

$$\dot{U}_{2''}^{(1)} = U_{2''}^{(1)} \underline{\delta_{2''B}^{(1)}}.$$

Расчет левой части схемы производится аналогично.





# Расчет установившегося режима

## Алгоритм расчета

10. Расчет уравнительного потока:

$$\dot{S}_{\text{ур}} = \sqrt{3} I_{\text{ур}}^* \dot{U}_{2\text{cp}} = \sqrt{3} \frac{\Delta \dot{U}_2^*}{\hat{Z}_{AB} \sqrt{3}} \dot{U}_{2\text{cp}};$$

$$\dot{S}_{\text{ур}} = \frac{\Delta \dot{U}_2^*}{\hat{Z}_{AB}} \dot{U}_{2\text{cp}}, \text{ где } \dot{U}_{2\text{cp}} = \frac{\dot{U}_{2'}^{(1)} + \dot{U}_{2''}^{(1)}}{2}$$

11. Уточнение распределения нагрузки узла 2:

$$\dot{S}_{\text{ур}}^{(2)} = \dot{S}_{2''}^{(1)} + \dot{S}_{2''}; \quad \dot{S}_{\text{ур}}^{(2)} = \dot{S}_{2'}^{(1)} - \dot{S}_{2''}; \quad \dot{S}_{\text{ур}}^{(2)} + \dot{S}_{2''}^{(2)} = \dot{S}_{2''}^{(1)}.$$

12. Проверка точности расчета установившегося режима:

$$\left| \dot{U}_i^{(k)} - \dot{U}_i^{(k+1)} \right| < \epsilon; \quad \left| \delta_{12}^{(k)} - \delta_{12}^{(k+1)} \right| < \epsilon; \quad i = \dots n$$



## Вывод

Расчет параметров установившегося режима электрической сети с двухсторонним питанием является итерационным процессом, так как заданы мощности нагрузок и напряжения питающих узлов.