



УрФУ

Кафедра «Автоматизированные электрические системы»



Уральский  
федеральный  
университет  
имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

# Пример использования метода преобразования сложнозамкнутых электрических сетей в токах



**Задача:** Выполнить расчет в токах установившегося режима однородной сети, рис.1, методом преобразования. Расчет выполнить без учета генерации ЛЭП и потерь мощности. Напряжение

$$U_A = 115 \text{ кВ}$$

### Исходная схема сети

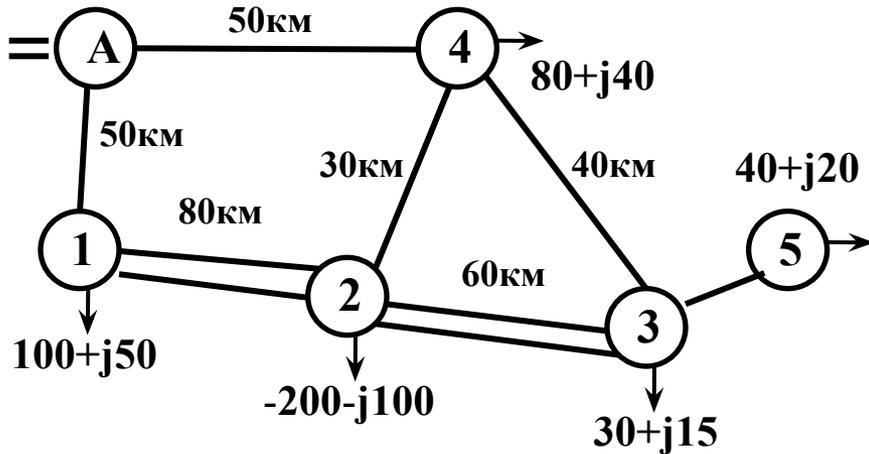


Рис. 1- Исходная схема сети

### Расчет токов узлов

$$I_j^{(1)} = \frac{S_{\Sigma j}^{(1)}}{\sqrt{3} U_j^{(0)}}, \quad (j = 1, \dots, 5)$$

$$I_3 \text{ кА} \frac{30-j15}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,151-j0,075 ( \quad )$$

$$I_4 \text{ кА} \frac{80-j40}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,402-j0,201 ( \quad )$$

$$I_5 \text{ кА} \frac{40-j20}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,201-j0,100 ( \quad )$$

$$I_1 \text{ кА} \frac{100-j50}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,502-j0,251 ( \quad )$$

$$I_2 \text{ кА} \frac{-200+j100}{\sqrt{3} \cdot 115} = -1,004+j0,502 ( \quad )$$



### Исходная схема сети

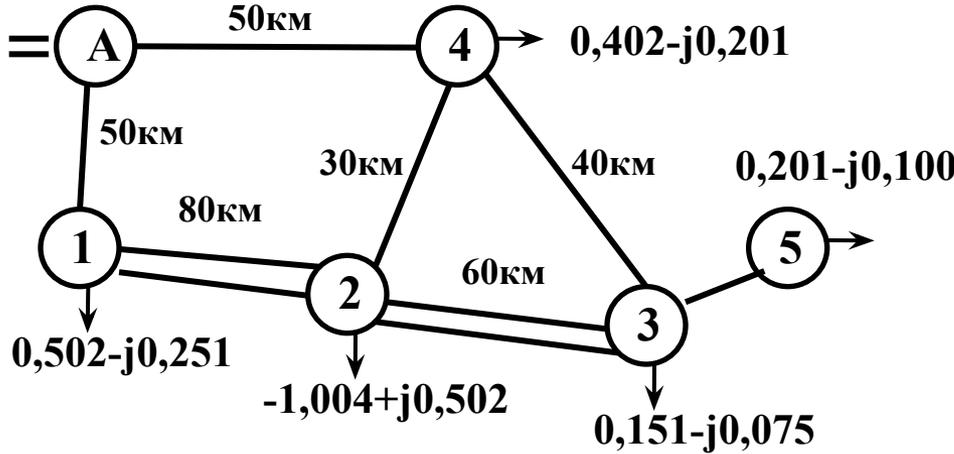


Рис. 2- Исходная схема сети

### Первый шаг преобразования

Расчет эквивалентного тока узла 3

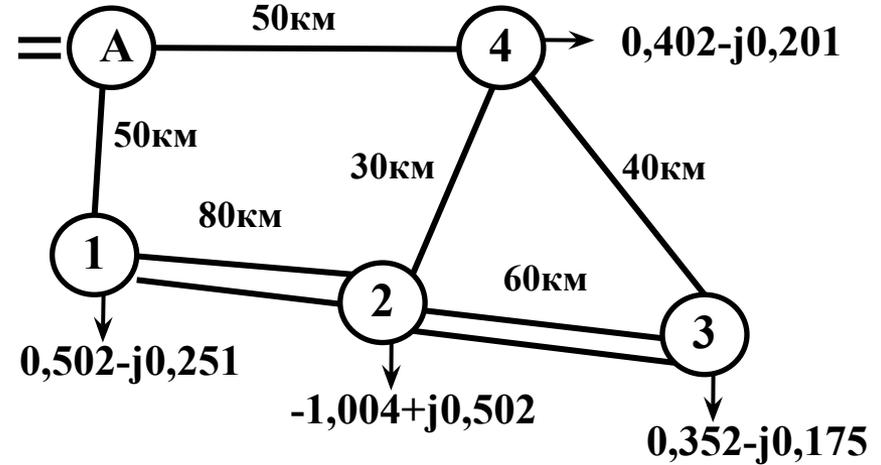


Рис. 3- Схема после 1 шага преобразования

$$\dot{I}_3^{ЭКВ} = \dot{I}_3 + \dot{I}_2 = (0,151 - j0,075) + (0,201 - j0,100) = (0,352 - j0,175) ( \quad )$$



### Второй шаг преобразования.

Разнос тока узла 3 между узлами 2 и 4

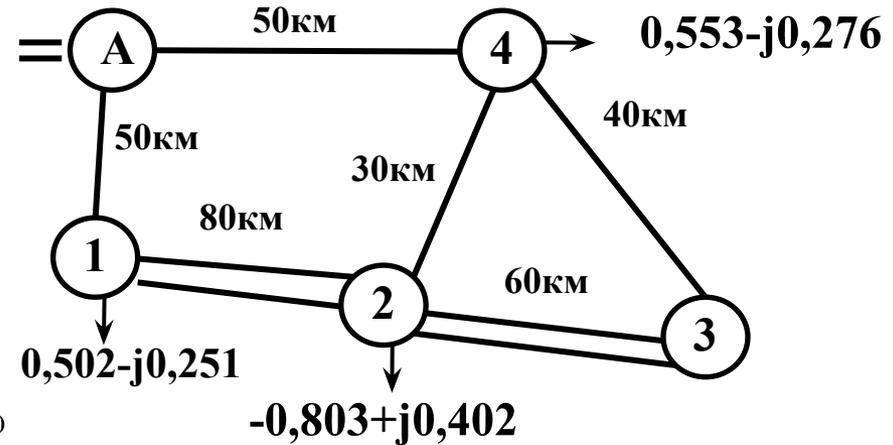
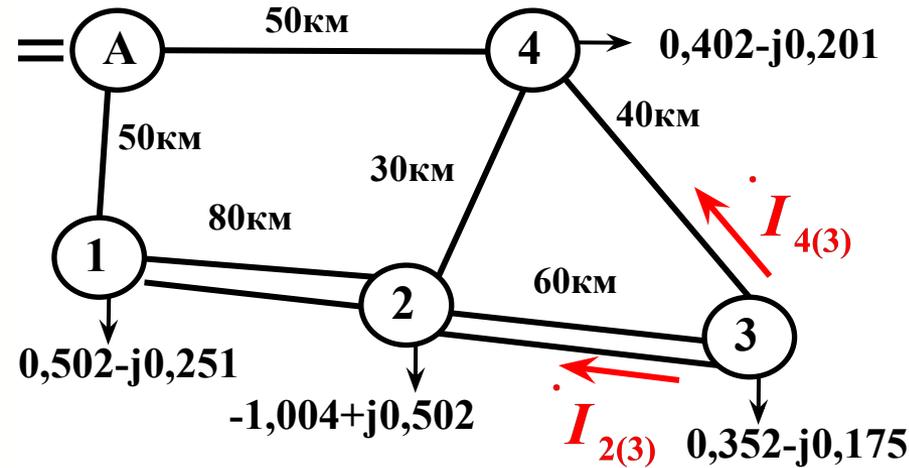


Рис. 3- Схема после 1 шага преобразования

Рис. 4- Схема после 2 шага преобразования

$$\dot{I}_2^\Sigma = \dot{I}_2 + \dot{I}_{2(3)}; \quad \dot{I}_4^\Sigma = \dot{I}_4 + \dot{I}_{4(3)};$$

$$\dot{I}_{2(3)} \left( \frac{\dot{I}_3}{\dot{I}_2} \right); \quad \frac{l_{24}^p}{l_{24}^p + l_{34}^p} = (0,352-j0,175) \frac{40}{60/2+40} = 0,201-j0,100(\text{кА})$$

$$\dot{I}_{4(3)} \left( \frac{\dot{I}_3}{\dot{I}_4} \right); \quad \frac{l_{34}^p}{l_{24}^p + l_{34}^p} = (0,352-j0,175) \frac{60/2}{60/2+40} = 0,151-j0,075(\text{кА})$$

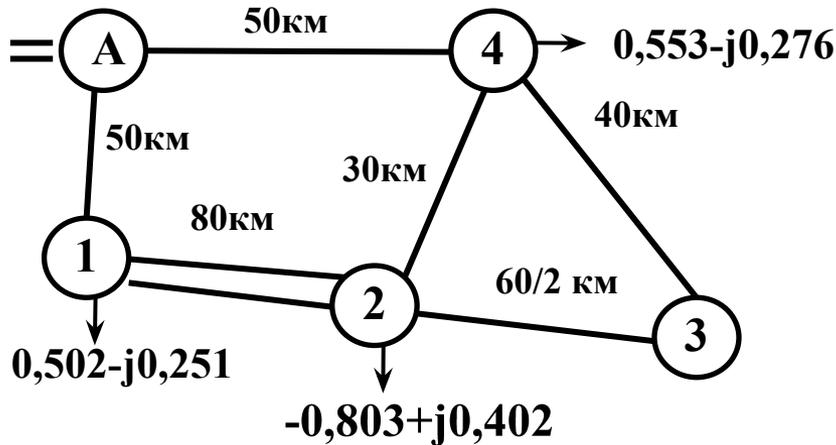
$$\dot{I}_2^\Sigma = -1,004+j0,502 + 0,201-j0,100 = -0,803+j0,402(\text{кА});$$

$$\dot{I}_4^\Sigma = 0,402-j0,201 + 0,151-j0,075 = 0,553-j0,276(\text{кА})$$



### Третий шаг преобразования

Расчет эквивалентного сопротивления (эквивалентной длины) между узлами 2 и 4:



$$l_{24}^{\Sigma} = \frac{(l_{23}^p + l_{34}^p) \cdot l_{24}}{(l_{23}^p + l_{34}^p) + l_{24}} = \frac{(60/2 + 40) \cdot 30}{60/2 + 40 + 30} \frac{2100}{100} = 21$$



Рис. 4- Схема после 2 шага преобразования

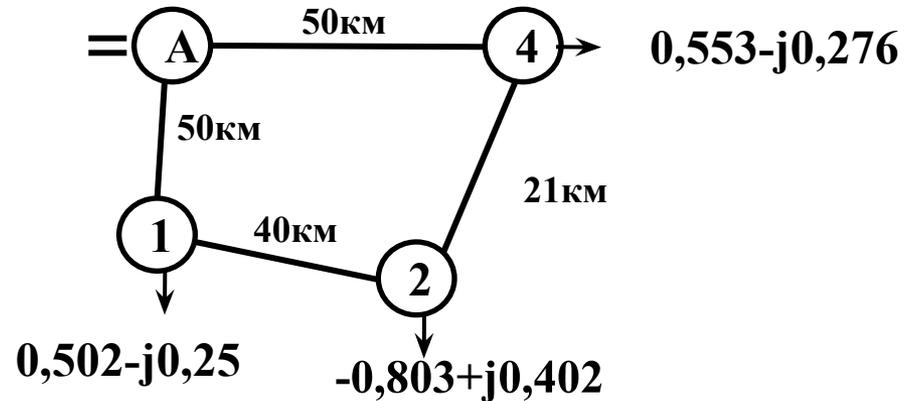


Рис. 5 - Схема после 3 шага



### Четвертый шаг преобразования

Расчет токораспределения в кольце А124В МВА (узел А разрезан на два узла А и В)

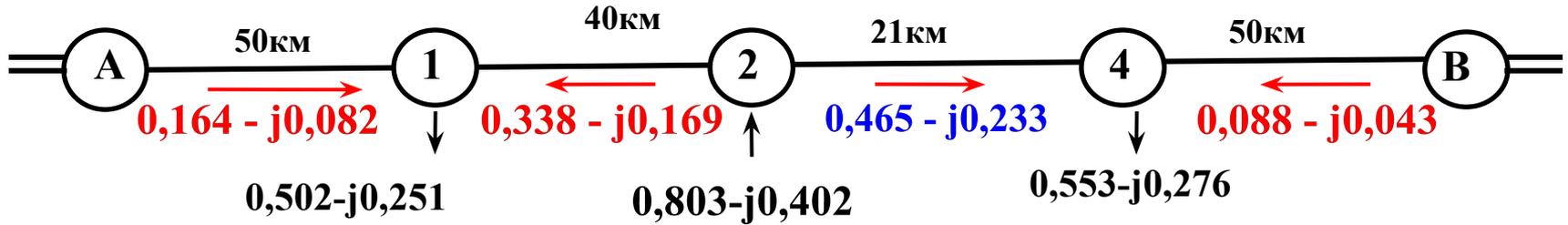


Рис. 6 – Расчет кольца (3 шаг)

$$I_{\text{гол}} = \frac{\dot{I}_{B1}^p + \dot{I}_{2B}^p + \dot{I}_{4B}^p}{I_{AB}^p} = \frac{(0,502 - j0,251) \cdot 111 - (0,803 - j0,402) \cdot 71 + (0,553 - j0,276) \cdot 50}{161}$$

$$\dot{I}_{A1} = 0,164 - j0,082$$

$$\dot{I}_{\Sigma 1} = \dot{I}_1 - \dot{I}_{A1} = (0,502 - j0,251) - (0,164 - j0,082) = 0,338 - j0,169$$

$$\dot{I}_{\Sigma 2} = \dot{I}_2 - \dot{I}_{21} = (0,803 - j0,402) - (0,338 - j0,169) = 0,465 - j0,233$$

$$\dot{I}_{B2} = \dot{I}_4 - \dot{I}_{24} = (0,553 - j0,276) - (0,465 - j0,233) = 0,088 - j0,043$$

На рис.6 **красным цветом** обозначены не требующие пересчета результирующие токи.)



## Пятый шаг преобразования

Обратное преобразование.

Распределение эквивалентного тока  $I_{24}^{\Sigma}$  между ветвями 2-4 и 2-3-4.

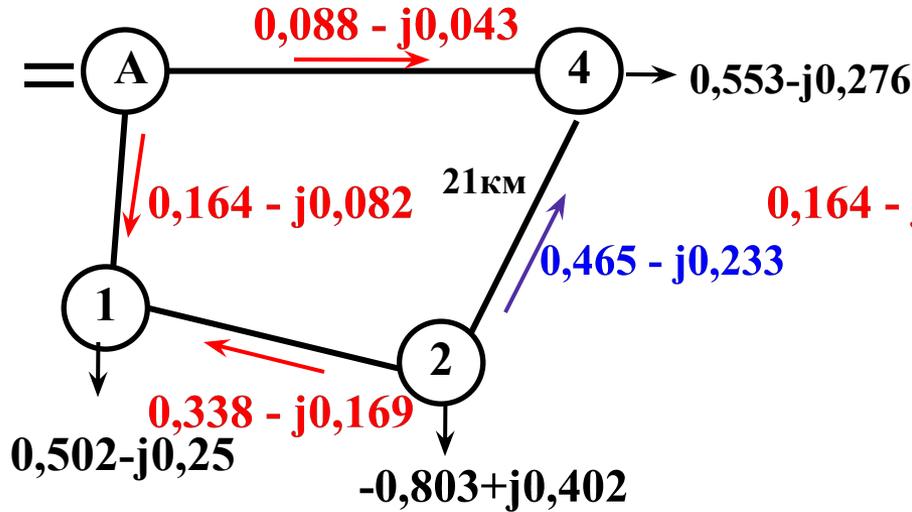


Рис. 7 - Схема после 4 шага

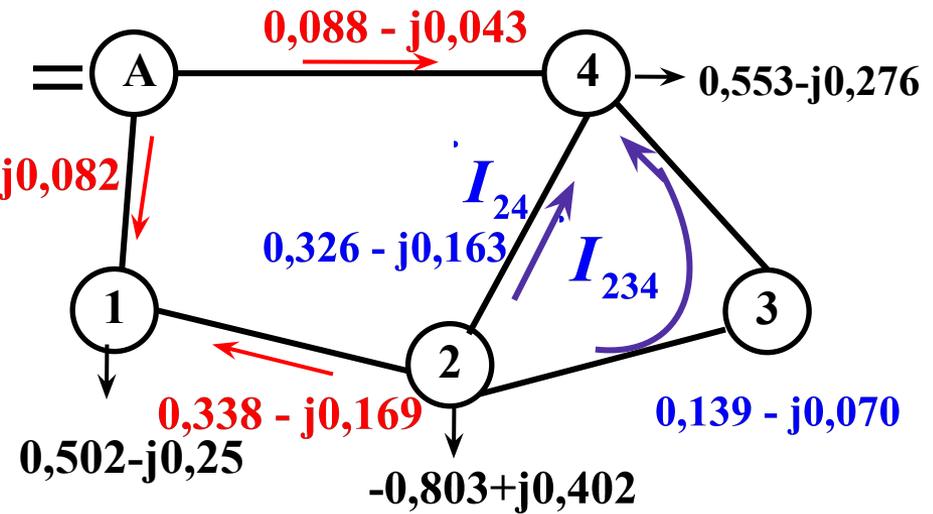


Рис. 8 - Схема после 5 шага

$$I_{24} = I_{24}^{\Sigma} \frac{l_{24}^{\Sigma}}{l_{24}} = (0,465 - j0,233) \frac{21}{30} = 0,326 - j0,163$$

$$I_{234} = I_{24}^{\Sigma} \frac{l_{24}^{\Sigma}}{l_{234}} = (0,465 - j0,233) \frac{21}{70} = 0,139 - j0,070$$



## Шестой шаг преобразования

Обратное преобразование.

Возвращение нагрузочного тока  $I_3^{\text{ЭКВ}}$  в узел 3.

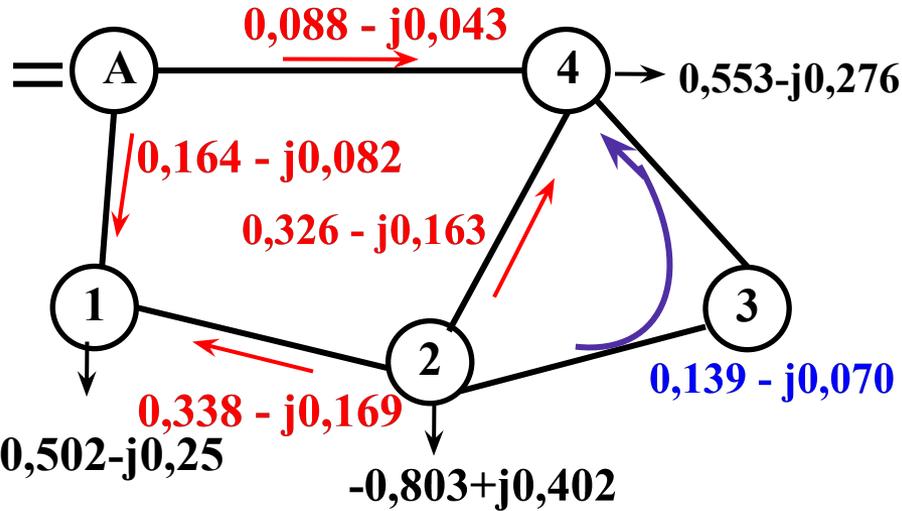


Рис. 8 - Схема после 5 шага

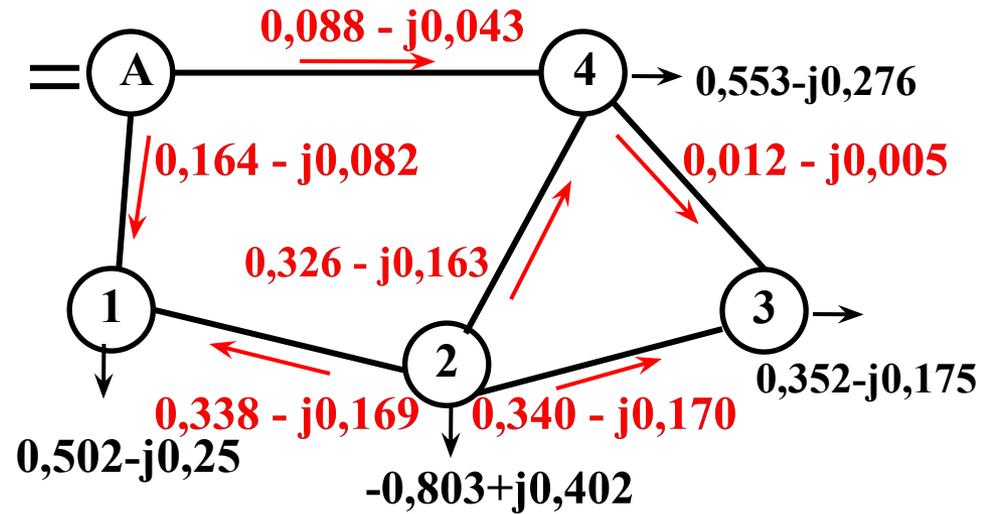


Рис. 9 - Схема после 6 шага

$$I_3^{\text{ЭКВ}} = I_{2(3)} + I_{4(3)} = (0,201 - j0,100) + (0,151 - j0,075) =$$

$$I_{23} = I_{234} + I_{2(3)} = (0,139 - j0,070) + (0,201 - j0,100) = 0,340 - j0,170$$

$$I_{43} = I_{234} - I_{4(3)} = (0,139 - j0,070) - (0,151 - j0,075) = -(0,012 - j0,005)$$



**Седьмой шаг преобразования**  
**Обратное преобразование.**  
**Возвращение нагрузочного тока узла 5.**

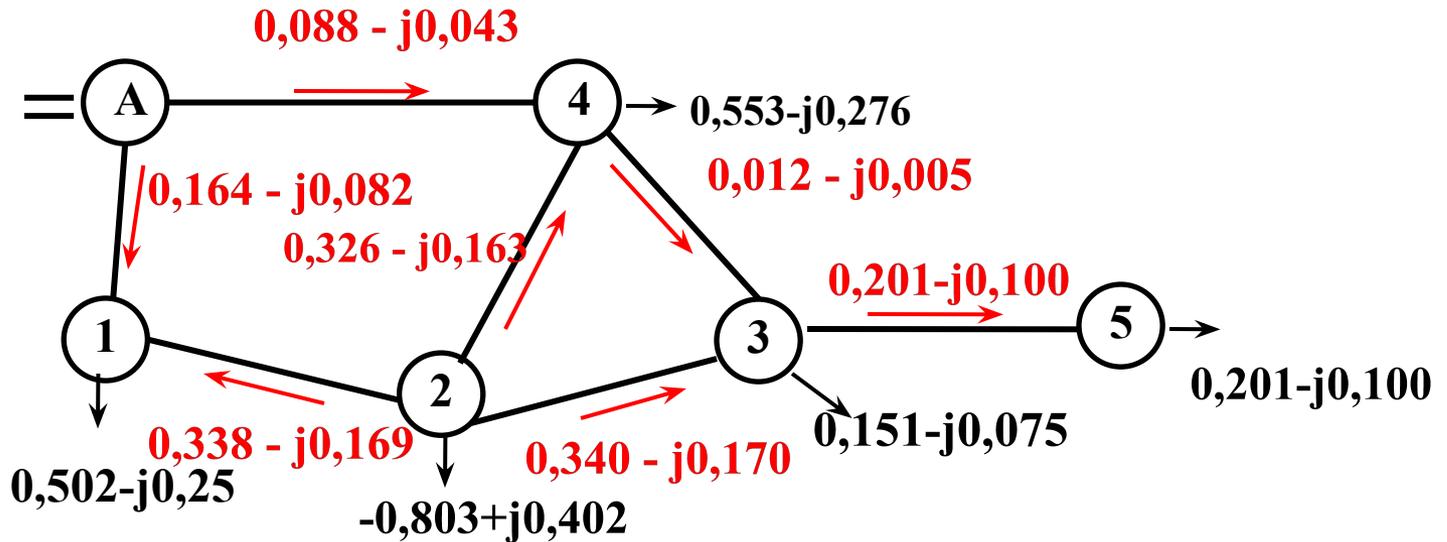


Рис. 10 – Результирующее токораспределение



УрФУ  
Кафедра «Автоматизированные электрические системы»



Уральский  
федеральный  
университет  
имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**