



Рис.16

Метод контурних струмів. Складемо систему рівнянь для розрахунку кола. Кількість рівнянь дорівнює трьом:

$$\begin{aligned} I_{11}(Z_1 + Z_2) + I_{22}Z_1 + I_{33}Z_1 &= E_1; \\ I_{11}Z_1 + I_{22}(Z_1 + Z_3) + I_{33}Z_1 &= E_1; \\ I_{11}Z_1 + I_{22}Z_1 + I_{33}(Z_1 + Z_4) &= E_1 + E_4. \end{aligned}$$

При цьому контурні струми: $I_{11} = I_2$, $I_{22} = I_3$, $I_{33} = I_4$.

Метод вузлових потенціалів. Складемо рівняння для розрахунку кола. Кількість рівнянь дорівнює одному:

$$\Phi_A(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) = E_1 Y_1 - E_4 Y_4.$$

Після того, як залежно від вимог, яким методом необхідно розрахувати задачу, проводимо розрахунок або за допомогою мікрокалькулятора, або, використовуючи комп'ютер, отримуємо значення струмів або потенціалів. Якщо рішення задачі проводиться ручним засобом, то треба пам'ятати математичні дії над комплексними числами. Для складання або віднімання комплексних чисел їх треба представити в алгебраїчній формі, а потім привести подібні члени, наприклад:

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + jX_1, Z_2 = R_2 + jX_2, Z_1 + Z_2 = R_1 + R_2 + j(X_1 + X_2); \\ Z_1 &= R_1 + jX_1, Z_2 = R_2 + jX_2, Z_1 - Z_2 = R_1 - R_2 + j(X_1 - X_2). \end{aligned}$$

Для множення або ділення комплексних чисел необхідно записати їх у показниковій або полярній формах, а потім перемножити модулі комплексних чисел, а аргументи додати із своїми знаками або поділити модуль комплексного числа чисельника на модуль комплексного числа знаменника, а аргументи відняти зі своїми знаками, наприклад:

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + jX_1 = z_1 \angle \varphi_1; Z_2 = R_2 + jX_2 = z_2 \angle \varphi_2; \\ Z_1 \cdot Z_2 &= z_1 \angle \varphi_1 \cdot z_2 \angle \varphi_2 = z_1 \cdot z_2 \angle (\varphi_1 + \varphi_2); \\ Z_1 / Z_2 &= z_1 \angle \varphi_1 / z_2 \angle \varphi_2 = z_1 / z_2 \angle (\varphi_1 - \varphi_2). \end{aligned}$$

Для того, щоб піднести до степеня комплексне число, необхідно піднести до степеня модуль комплексного числа, а аргумент помножити на значення степеня; для добуття кореня з комплексного числа треба добути корінь з модуля комплексного числа, а аргумент розділити на значення кореня, наприклад:

$$Z^2 = z^2 \angle 2\varphi, \sqrt{Z} = \sqrt{z} \angle \varphi/2.$$

Правильність розрахунку задачі визначають, використовуючи рівняння балансу потужностей для ланцюгів змінного струму. Комплекс повної потужності джерел ЕРС визначається добутком комплексів напруг цих джерел на зв'язаний комплекс струмів, що протікає через них. При переході до алгебраїчної форми запису ми отримуємо активну потужність, що виробляється джерелами і яка повністю має бути виділена у вигляді тепла на активних резисторах ланцюга, і реактивну потужність, яка не виділяється в ланцюгу, а постійно переходить від джерел до реактивних елементів і навпаки:

$$\sum_{k=1}^n E_k \cdot I_k^* = P_{\text{джер}} + jQ_{\text{джер}} = \sum_{k=1}^n I_k^2 \cdot R_k + \sum I_k^2 \cdot X_k.$$

Похибка розрахунку визначається окремо за активною потужністю джерел енергії і активних резисторів схеми та реактивною потужністю джерел енергії і реактивних елементів схеми.

Для того, щоб розрахунок ланцюга був найбільш повним, за результатами розрахунку будують векторні діаграми струмів і топографічні діаграми напруг. Приклад якісної побудови цих діаграм для схеми рис.17 показаний на рис.18.

На комплексній площині відкладаємо довільно напрям і довжину вектора струму I_1 (рис.18). Будуємо вектор напруги U_{ab} , який співпадає з напрямком струму I_1 , далі будуємо вектор напруги U_{bc} , випереджаючий напрям вектора струму I_1 на кут в 90° . З'єднуємо точки a та c і отримуємо вектор напруги U_{ac} . Така сама