

Определение эксплуатационных параметров электрических сетей промышленных объектов на ПЭВМ

Трушников А.Л., Радкевич В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Для оценки технической возможности и целесообразности изменения числа параллельно работающих силовых трансформаторов необходимо знать распределение нагрузки между оставшимися в работе электрооборудованием.

С целью расчета токораспределения можно составить схему замещения, на которой все элементы заменяются эквивалентными им комплексными сопротивлениями, а источники питания (ИП) - соответствующими комплексными ЭДС и внутренними сопротивлениями. При этом все связи между элементами сохраняются. Расчет необходимо начать с приведения схемы к простейшему виду (рисунок 1), при котором количество эквивалентных сопротивлений сведено к минимуму с помощью известных правил преобразования сложных схем к простым. Среди этих правил - преобразование параллельных и последовательных соединений, соединений типа «звезда» и «треугольник» к эквивалентным сопротивлениям.

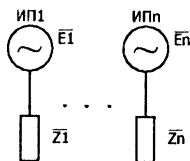


Рис. 1. Эквивалентная схема простейшего вида

Когда полная схема замещения СЭС приведена к простейшему виду, можно вычислить комплексные токи источников питания по формуле

$$\bar{I}_i = \frac{\bar{E}_i}{Z_i}, \quad i = \bar{1}, n, \quad (1)$$

где E_i - эквивалентная комплексная ЭДС i -го источника питания;

Z_i - эквивалентное комплексное сопротивление схемы, приведенное к i -му источнику питания.

Далее, при известных значениях токов источников питания, можно приступить к распределению токов по элементам эквивалентной схемы. Для этого необходимо применить ряд правил: - если рассматриваемый элемент является единственным присоединенным к предыдущему элементу последовательно (рисунок 2) и известны напряжение U_2 и ток I_2 предыдущего элемента, то ток и уровень напряжения в конце элемента определяются по выражениям

$$\bar{I}_2 = \bar{I}_1, \quad (2)$$

$$\bar{U}_3 = \bar{U}_2 - \bar{I}_2 \bar{Z}_2; \quad (3)$$

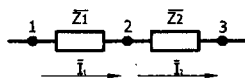


Рис. 2.

- если для рассматриваемого элемента известны уровни напряжения начала U_H и конца U_K , то ток элемента определяется по выражению

$$\bar{I} = \frac{(\bar{U}_H - \bar{U}_K)}{\bar{Z}}; \quad (4)$$

- если рассматриваемый элемент представляет собой нагрузку и известен уровень напряжения в его начале, то ток элемента определяется по формуле

$$\bar{I} = \frac{\bar{U}_H}{\bar{Z}}; \quad (5)$$

- если рассматривается узел из n -элементов (рисунок 3), известны токи $(n-1)$ элементов и напряжение в узле, в таком случае параметры элемента, подлежащие определению, рассчитываются по выражениям

$$\bar{I}_n = \sum_{i=1}^{n-1} \bar{I}_i, \quad (6)$$

$$\bar{U}_n = \bar{U}_1 - \bar{I}_n \bar{Z}_n, \quad (7)$$

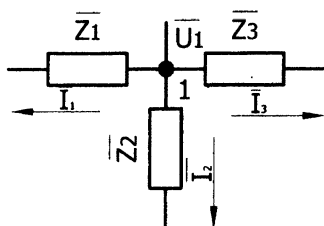


Рис. 3

- если рассматривается узел из n -элементов и неизвестны токи по крайней мере двух элементов, то необходимо подробнее рассмотреть цепи, начинающиеся с элементов, токи которых неизвестны. В случае, когда цепь содержит только последовательно и параллельно соединенные элементы, находится ее эквивалентное сопротивление и рассчитывается ток последовательной цепи по выражению (2). Если же цепь содержит узлы, то расчет ведется способом, описанным ниже.

Когда при применении перечисленных правил в определенной последовательности невозможно вычислить токи и уровни напряжения в отдельных узлах, то выделяется часть схемы с нерассчитанными параметрами, определяются уровни напряжения в узлах этой части и получившаяся схема рассчитывается заново. При этом узлы (рисунок 4,а) рассекаются на простые ветви (рисунок 4,б), в начале которых присоединяются эквивалентные источники питания (рисунок 4,в).

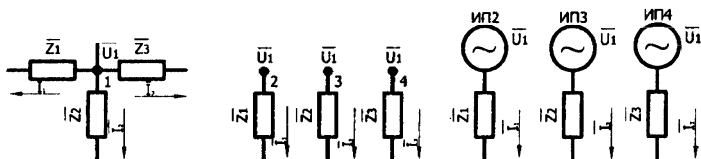


Рис. 4

После такого преобразования расчет ведется как для новой схемы, а по окончании расчета результаты присоединяются к полученным ранее.

В результате выполнения расчета токораспределения оказываются известными токи и уровни напряжения для всех элементов схемы СЭС. Далее вычисляются остальные интересные

параметры, например, потери активной ΔP_i и реактивной ΔQ_i мощности

$$\Delta \bar{S}_i = \Delta P_i + j\Delta Q_i = \frac{(\bar{U}_n - \bar{U}_k)^2}{Z_i}. \quad (8)$$

Необходимо отметить, что не существует четкой последовательности применения перечисленных преобразований, так как она зависит от конфигурации схемы. При некоторых типах схем (например, разомкнутых) ряд преобразований вообще не производится. Для этого необходимо после каждого преобразования проверять необходимость логически следующего преобразования и по результату проверки определять последовательность вычислений.

На основе изложенного создан алгоритм вычислений, который можно реализовать практически на любом языке программирования для ЭВМ. Алгоритм разбит на логически обособленные части – подпрограммы, каждая из которых выполняет определенное преобразование.

Для определения конфигурации схемы замещения в памяти ЭВМ применена методика, сходная с методом вторичных адресных отображений, т.е. положение в схеме каждого элемента определяется номером его начала и конца. Также каждый элемент имеет ряд параметров - эквивалентное сопротивление, уровни напряжений на входе и выходе, ток через элемент и т.д.

Выводы

1. Рассмотренный алгоритм основан на простейших правилах преобразования, поэтому имеет невысокую степень погрешности вычислений;
2. Построение программы на основе разработанного алгоритма дает простой инструмент технической оценки эффективности и целесообразности применения мероприятий по оптимизации работы систем электроснабжения (СЭС) промышленных предприятий.
3. Программа, созданная на основе описанного алгоритма позволяет оценить эксплуатационные параметры СЭС промышленных предприятий при прогнозируемых изменениях нагрузок и генерирующих мощностей.