

Таким образом, использование нейронных сетей для подстанций является перспективным решением, поскольку подстанция обладает множеством данных, изменяющих свое значение в реальном масштабе времени. При этом однако, отсутствует возможность строгого алгоритмического прогнозирования аварий и контроля над компонентами. Именно для таких задач происходит интеграция нейронных сетей.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО МЕТОДА УЗЛОВЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НИЗКОВОЛЬТНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

М. Г. Гончаров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Рассмотрен алгоритм расчета низковольтной трехфазной электрической сети методом узловых потенциалов в матричной форме. Алгоритм реализован в программе Mathcad для простейшей схемы. Решение системы уравнений выполнено методом обратной матрицы. Полученный алгоритм может быть использован для разработки программного обеспечения по расчету несимметричных трехфазных электрических сетей.

Ключевые слова: трехфазный, электрическая сеть, узловый потенциал, проводимость, матрица, узел, нагрузка.

В процессе проектирования и эксплуатации систем электроснабжения зачастую возникают задачи уточненного расчета значений напряжений питания потребителей с целью проверки пропускной способности линий электропередачи. Для таких расчетов существуют известные компьютерные программы RastrWin, Mustang и т. д. Однако подавляющее большинство этих программ ориентировано на симметричные трехфазные цепи, т. е. расчеты выполняются фактически как для однофазных цепей. Вместе с тем, в ряде случаев требуется учитывать несимметрию нагрузок потребителей. Это актуально для низковольтных систем электроснабжения в общественных и административных зданиях, а также для бытовых потребителей.

Цель данного исследования – применить матричный метод узловых потенциалов для расчета напряжений потребителей в простейшей трехфазной цепи.

Известно, что ток в любой ветви схемы можно найти по закону Ома для участка цепи, содержащего электродвижущую силу (ЭДС). Для того чтобы можно было применить закон Ома, необходимо знать потенциалы узлов схемы. Метод расчета электрических цепей, в котором за неизвестные принимают потенциалы узлов схемы, называют методом узловых потенциалов (МУП) [1].

Допустим, что в схеме n узлов. Тогда один из ее узлов (базисный узел) можно мысленно заземлить, т. е. принять его потенциал равным нулю. Число неизвестных в МУП равно числу уравнений, которые необходимо составить для схемы по первому закону Кирхгофа. В том случае, когда число узлов без единицы меньше числа независимых контуров в схеме, данный метод является более экономным, чем метод контурных токов. Необходимо также отметить, что уравнения МУП более читабельны и удобны на этапе программирования.

Исследуемая схема представляет собой некоторую низковольтную трехфазную сеть от шин понижающей трансформаторной подстанции до шин потребителя с несимметричной нагрузкой. На рис. 1 представлена соответствующая схема замещения исследуемой сети.

Рассмотрим порядок формирования уравнений матричного МУП в программе Mathcad.

1. Заносим в программу значения источников ЭДС и активных и реактивных сопротивлений ветвей в комплексной форме:

$$E_a = 230B, E_b = -115 - 199,186iB, E_c = -115 + 119,186iB;$$

$$E_a = 230B, E_b = -115 - 199,186iB, E_c = -115 + 119,186iB;$$

$$Z_{на} = 4,84 + 2,34i \text{ Ом}, Z_{nb} = 6,08 + 2,93i \text{ Ом}, Z_{nc} = 8,06 + 3,9i \text{ Ом}.$$

2. В расчетной схеме задаем направления токов в каждой ветви и создаем матрицу исходных данных ID , размерностью $L \times 2$, где L – число ветвей схемы. Матрица исходных данных содержит: в первом столбце – номера начальных узлов i_s и ветвей s , во втором столбце – номера конечных узлов j_s ветвей s , где s – порядковый номер ветви. Принимаем, что для ветви $i-j$, имеющей порядковый номер s и связывающей узлы i и j , положительным считается направление от i к j .

3. Создаем матрицу инцидентий A , устанавливающую взаимосвязь между узлами и ветвями электрической сети. Она имеет размерность $(N - 1) \times L$, где N – число узлов, L – число ветвей, т. е. не содержит строку, соответствующую базисному узлу (для удобства присваиваем ему нулевой номер), так как эта строка является зависимой и может быть получена как комбинация остальных строк. Если ток некоторой ветви втекает в узел, то ячейке матрицы A присваиваем значение -1 , если же ток вытекает, то $+1$. В остальных случаях ячейки матрицы A заполняем нулями.

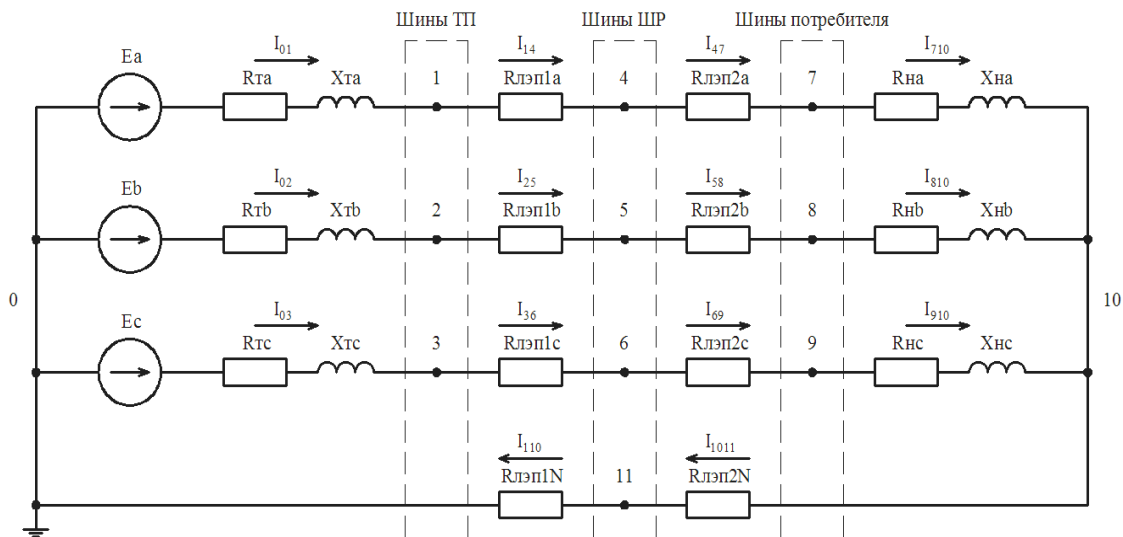


Рис. 1. Схема замещения цепи «Трансформаторная подстанция–потребитель»

Программу составляем следующим образом

1) начальному узлу i присваиваем значения первого столбца матрицы значений ID , а конечному узлу j присваиваются значения второго столбца матрицы ID .

2) формируем цикл вычислений значений ячеек матрицы инцидентий для заданного диапазона узлов и ветвей;

3) составляем матрицу проводимостей ветвей g_b как диагональную. При этом сопротивления потребителей R_n и X_n определяем по формулам:

$$R_n = \frac{U_{\text{ном}}^2}{P_{\text{ном}}}; X_n = \frac{U_{\text{ном}}^2}{Q_{\text{ном}}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение потребителя; $P_{\text{ном}}$ – номинальная активная мощность потребителя; $Q_{\text{ном}}$ – номинальная реактивная мощность потребителя;

4) составляем векторную матрицу источников ЭДС ветвей E .

5) выполняем расчет матрицы суммы проводимостей ветвей G :

$$G = A \cdot g_b \cdot A^T; \quad (2)$$

6) производим расчет матрицы узловых потенциалов Φ :

$$\Phi = G^{-1} \cdot (-A) \cdot g_b \cdot E; \quad (3)$$

7) по разнице узловых потенциалов, находим значение напряжения на потребителе.

$$U_{na} = |\Phi_7 - \Phi_{10}| = 218,861 \text{ В}, U_{nb} = |\Phi_8 - \Phi_{10}| = 221,04 \text{ В}, U_{nc} = |\Phi_7 - \Phi_{10}| = 225,157 \text{ В}.$$

Как видно из полученных значений, на самой загруженной фазе у потребителя самое низкое значение напряжения.

Разработанный в среде Mathcad алгоритм может быть использован в дальнейшем для тестирования программ по расчету несимметричных режимов трехфазных электрических сетей. Алгоритм является универсальным и позволяет выполнять расчеты для схем с большим количеством потребителей.

Л и т е р а т у р а

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники / Л. А. Бессонов. – М. : Высш. шк., 1996. – 638 с.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОМПАКТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СЕТОЧНОГО ТИПА

А. М. Далинчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. И. Селиверстов

Выполнены исследования электрических и режимных параметров компактных воздушных линий сеточного типа. Дана сопоставительная оценка их параметров с параметрами традиционных воздушных линий (ВЛ) электропередачи.

Ключевые слова: Компактная ВЛ, электрические и режимные параметры ВЛ, натуральная и зарядная мощность ВЛ, потери мощности и напряжения.

Современная электроэнергетика – это отрасль, обеспечивающая развитие и функционирование всех отраслей народного хозяйства.