

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕТВЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ И МЕТОДА НАПРЯЖЕНИЙ ГЛАВНЫХ СЕЧЕНИЙ

Ш.Н. Хусаинов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Исследуются погрешности определения параметров электрической цепи, связанные с отклонением действительных параметров ветвей от заданных, а также от расположения источников напряжения в электрической цепи.

Ключевые слова: локальная диагностика, метод главных величин, метод напряжений главных сечений.

В работе [1] рассмотрена локальная диагностика электрических цепей, под которой подразумевается экспериментальное определение параметров цепи, часть параметров которой известна. При этом использован метод главных сечений.

Уравнения по методу главных сечений [2] выводятся из особых уравнений по методу напряжений сечений. Особенность состоит в том, что уравнения по методу напряжений сечений соответствуют ветвям одного дерева, а напряжения сечений соответствуют ветвям другого дерева. Например, для цепи, граф которой показан на рис. 1, напряжения соответствуют ветвям дерева, показанного сплошной жирной линией, а уравнения – ветвям дерева, показанного пунктирными линиями, при этом параметры общих ветвей этих деревьев считаются заданными.

Для выбранных деревьев записываем уравнения по методу напряжений сечений в виде

$$\begin{matrix} 1 & 2 \\ 2 \end{matrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{11} & \mathbf{G}_{12} \\ \mathbf{G}_{21} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{Д1} \\ \mathbf{U}_{Д2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{J}_{c1} \\ \mathbf{J}_{c2} - \mathbf{I}_2 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где

$$\mathbf{G}_{11} = \begin{bmatrix} -g_{2457} & g_{57} \\ g_{57} & -g_{3567} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\mathbf{G}_{12} = \begin{bmatrix} -g_4 & g_7 \\ -g_6 & -g_{67} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$\mathbf{G}_{21} = \begin{bmatrix} -g_2 & -g_3 \\ g_5 & -g_{35} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$\mathbf{U}_{Д1} = \begin{bmatrix} u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

$$\mathbf{U}_2 = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_8 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

$$\mathbf{J}_{c1} = \begin{bmatrix} J_4 - J_2 - J_5 + J_7 \\ J_6 - J_7 - J_3 + J_5 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$\mathbf{J}_{c2} - \mathbf{I}_2 = \begin{bmatrix} -J_2 - J_5 - I_1 \\ J_5 - J_3 + I_8 \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Как показано в работе [1] из уравнения (1) при $\mathbf{E}_2 = 0$ получаем

$$\mathbf{G}_{21} = -\mathbf{R}_2^{-1}(\mathbf{U}_2 - -\mathbf{R}_2\mathbf{J}_{c2})\mathbf{U}_{Д1}^{-1}. \quad (9)$$

В этом уравнении матрица \mathbf{R}_2 – это матрица сопротивлений общих ветвей деревьев (ветви 1 и 8), которые считаются заданными.

Матрицы $\mathbf{U}_{Д1}$ и \mathbf{U}_2 определяются экспериментальным измерением напряжений ветвей дерева, выделенного сплошными линиями (ветви 2 и 3 на рис. 1) и напряжениями общих ветвей дерева (1 и 8). Причем, в отличие от уравнений (1), (5) и (6), в уравнении (9) матрицы $\mathbf{U}_{Д1}$ и \mathbf{U}_2 содержат 2 столбца, соответствующие двум экспериментам, отличающихся значениями токов источников \mathbf{J}_{c1} и \mathbf{J}_{c2} .

Сопоставляя матрицу \mathbf{G}_{21} , полученную из уравнения (9), с матрицей \mathbf{G}_{21} уравнения (4) определяем проводимости g_2 , g_3 и g_5 . Аналогичным методом определяем проводимости ветвей g_4 , g_6 и g_7 , используя уравнения для деревьев, показанных на рис. 2.

Как было отмечено выше сопротивления общих ветвей деревьев (ветви 1 и 8) считаются заданными. В число этих ветвей включаем ветви, сопротивления которых практически не изменяются, и измерение сопротивлений этих ветвей не требуется. На самом деле величины этих сопротивлений могут изменяться. В этом случае расчет по формуле (9) приводит к тому, что в определение параметров цепи могут быть внесены определенные погрешности, зависящие от уровня изменения параметров общих ветвей дерева, от схемы соединения ветвей цепи и параметров источников, используемых в экспериментах.

Если токи источников ветвей, входящих в сечения, определяемые общими ветвями деревьев, такие, что величина $\mathbf{R}_2\mathbf{J}_{c2}$ мало отличается

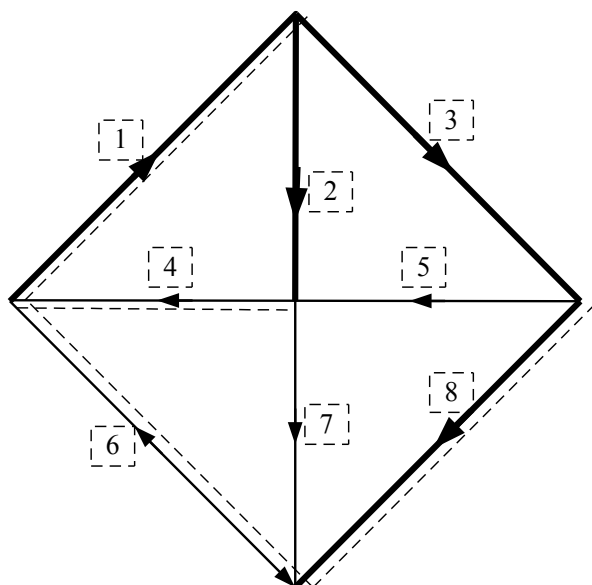


Рис. 1. Первый вариант выбора дерева

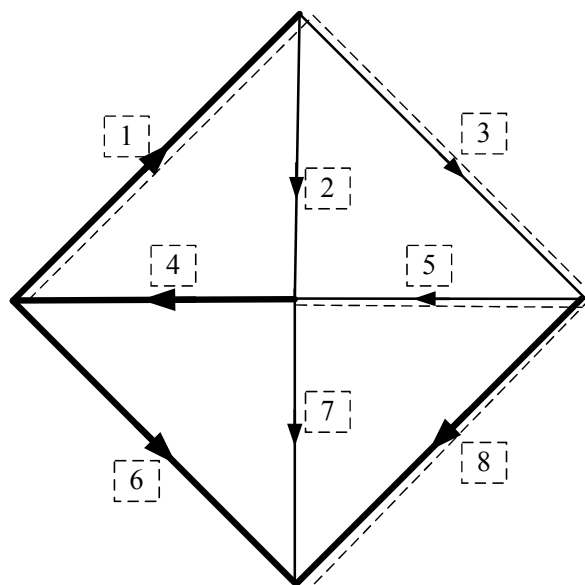


Рис. 2. Второй вариант выбора дерева

Таблица

		Номер ветви с источником во втором режиме								
		2			3			4		
Номер ветви с источником в первом режиме	2	–	–	–	–1,412	–0,161	–0,68	25,64	–29,43	1,961
	3	–1,412	–0,161	–0,68	–	–	–	5,274	–2,433	–0,027
	4	25,64	–29,43	1,961	5,274	–2,433	–0,027	–	–	–
	5	–1,412	–0,161	–0,68	–1,412	–0,161	–0,68	1,961	1,961	–0,351
	6	–8,712	7,738	1,961	18,17	–6,814	–7,765	1,961	1,961	1,961
	7	0,571	2,307	–1,961	1,003	–0,982	2,536	1,961	1,961	1,961
		Номер ветви с источником во втором режиме								
		5			6			7		
	2	–1,412	–0,161	–0,68	–8,712	7,738	1,961	0,571	2,307	–1,961
	3	–1,412	–0,161	–0,68	18,17	–6,814	–7,765	1,003	–0,982	2,536
4	1,961	1,961	–0,351	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961	
5	–	–	–	1,961	1,961	–1,9	1,961	1,961	3,812	
6	1,961	1,961	–1,9	–	–	–	1,961	1,961	1,961	
7	1,961	1,961	3,812	1,961	1,961	1,961	–	–	–	

от величины U_2 , то погрешность величины ($U_2 - R_2 J_{c2}$), входящей в формулу (9), будет существенно больше погрешностей сопротивлений матрицы R_2 .

Так, например, рассмотрим цепь на рис. 1 с параметрами проводимостей ветвей g_1, g_3, g_5 и g_7 равными 0,5, а проводимостями ветвей g_2, g_4, g_6 и g_8 равными 0,3. Примем, что в первом режиме ток источника $J_3 = 1$ А, а во втором режиме $J_6 = 1$ А при нулевых источниках в других ветвях и погрешности сопротивлений общих ветвей деревьев равны 2 %, тогда погрешности определения проводимостей ветвей 2, 3 и 5 составят соответственно 18,17; 6,814 и 7,765 %. Если же в первом режиме источник перенести в 4-ю ветвь, то погрешности определения проводимостей ветвей 2, 3 и 5 составят 1,91 %.

В таблице приведены результаты определения

погрешностей проводимостей ветвей 2, 3 и 5 при разных расположениях источника питания в первом и во втором режимах.

Жирным шрифтом выделены погрешности, существенно превышающие погрешности сопротивлений ветвей 1 и 8. Эти результаты подтверждают нецелесообразность подключения источников в ветвях 2, 3 и 5, входящих в сечения, определяемые ветвями 1 и 8.

Аналогично при определении параметров ветвей 4, 6, 7 с использованием схемы на рис. 2 не следует включать источники в эти ветви.

Литература

1. Хусаинов, Ш.Н. Локальная диагностика электрических цепей / Ш.Н. Хусаинов, И.Е. Кисели // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 17, № 16. – С. 103–106.

2. Хусаинов, Ш.Н. Метод напряжений главных сечений / Ш.Н. Хусаинов // Исследование автоматизированных электроприводов, электриче-

ских машин и вентиляных преобразователей: сб. – Челябинск, 1955. – С. 60–66.

Хусаинов Шамиль Нагимович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Теоретические основы электротехники», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; shanh@susu.ac.ru.

Поступила в редакцию 25 февраля 2016 г.

DOI: 10.14529/power160312

RESEARCH OF ERRORS OF DEFINITION OF PARAMETERS OF CIRCUIT BRANCHES USING THE METHOD OF LOCAL DIAGNOSIS AND THE METHOD OF TENSIONS OF MAIN SECTIONS

Sh.N. Khusainov, shanh@susu.ac.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Errors are investigated the determinations of parameters of branches from set, and also from the location of sources of tensions in electric chain.

Keywords: local diagnostics, method of main sizes, method of tensions of main sections.

References

1. Khusainov Sh.N. [Local Diagnostics of Electrical Circuits]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering*, 2012, vol. 17, no. 16, pp. 103–106. (in Russ)

2. Khusainov Sh.N. [Voltage Method of Principal Sections]. *Issledovanie avtomatizirovannykh elektroprivodov, elektricheskikh mashin i ventil'nykh preobrazovateley* [The Study of Automated Electric Drives, Motors and Valve Converters], Chelyabinsk, 1955, pp. 60–66.

Received 25 February 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Хусаинов, Ш.Н. Исследование погрешностей определения параметров ветвей электрической цепи с использованием метода локальной диагностики и метода напряжений главных сечений / Ш.Н. Хусаинов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 101–103. DOI: 10.14529/power160312

FOR CITATION

Khusainov Sh.N. Research of Errors of Definition of Parameters of Circuit Branches Using the Method of Local Diagnosis and the Method of Tensions of Main Sections. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering*, 2016, vol. 16, no. 3, pp. 101–103. (in Russ.) DOI: 10.14529/power160312