

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Г. Т. АДОНИ

МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА
 И УГЛА СДВИГА МЕЖДУ ВЕКТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ
 НА ЕГО ЗАЖИМАХ

Целью настоящей статьи является разработка метода расчета параметров четырехполюсника и угла сдвига между векторами напряжений на его зажимах если известны абсолютные величины: напряжений (модули), активных и реактивных мощностей на зажимах четырехполюсника. На рис. 1, где показана схема пассивного четырехполюсника, через P_1 , Q_1 , P_2 , Q_2 , E_1 , E_2 обозначены заданные (известные) величины активной, реактивной мощностей и напряжений на зажимах „к“ и „м“ четырехполюсника. Искомыми (неизвестными) величинами служат собственные

$$Z_{11} = r_{11} + jx_{11} = z_{11}e^{j\alpha_{11}} \quad Z_{22} = r_{22} + jx_{22} = z_{22}e^{j\alpha_{22}}$$

и взаимный $z_{12} = r_{12} + jx_{12} = z_{12}e^{j\alpha_{12}}$ (1)

комплексные сопротивления четырехполюсника, а также угол сдвига между векторами E_1 и E_2 , отсчитываемый от E_1 , обозначенный на рис. 1 через δ_{12} . Отличительной особенностью поставленной задачи является то, что принимаются неизвестными не только параметры четырехполюсника, но и угол сдвига между векторами напряжений, действующих на его зажимах. В такой постановке задача о четырехполюсниках рассматривается впервые.

Для получения исходных уравнений, обеспечивающих решение поставленной задачи, воспользуемся уравнениями четырехполюсника, записываемыми, согласно схеме рис. 1, в следующем виде:

$$I_1 = \frac{E_1}{Z_{11}} - \frac{E_2}{Z_{12}}$$

$$I_2 = -\frac{E_1}{Z_{12}} + \frac{E_2}{Z_{22}} \quad (2)$$

Такая форма записи уравнений четырехполюсника, хотя и отличается от формы, известной из теории цепей, но является общепринятой в литературе по теории электрических систем. Уравнения (2) могут быть представлены и в следующем виде:

$$\dot{E}_k = A E_M - B \dot{I}_M,$$

$$\dot{I}_k = C \dot{E}_M - D \dot{I}_M, \quad (3)$$

где A, B, C, D — параметры четырехполюсника, равные:

$$A = \frac{Z_{21}}{Z_{22}}, B = -Z_{12}, D = -\frac{Z_{21}}{Z_{11}}, C = \frac{Z_{21}Z_{12}}{Z_{11}Z_{22}Z_{12}}.$$

Выбор формы уравнений четырехполюсника в виде системы (3) и знаков минус перед $\dot{I}_M$ и $\dot{E}_M$ в системе (2) продиктован соображениями построения расчетного аппарата применительно, в первую очередь, к решению задач по режимам электроэнергетических систем, когда четырехполюсник является общей нагрузкой для питающих его двух источников энергии. Для приведения расчетных выкладок статьи к формам записи, принятым в теории четырехполюсников, достаточно произвести следующие подстановки:

$$Z_{11} = \frac{1}{Y_{11}}, Z_{12} = -\frac{1}{Y_{12}}, Z_{22} = \frac{1}{Y_{22}}, Z_{21} = -\frac{1}{Y_{21}}, \quad (3a)$$

Уравнения (3) могут быть преобразованы и представлены как уравнения мощностей на зажимах четырехполюсника:

$$\begin{aligned} S_k = I_k E_k &= \frac{E_k^2}{Z_{11}} e^{j\varphi_k} - \frac{E_k E_M}{Z_{12}} e^{j(\varphi_k + \varphi_M)} \\ S_M = I_M E_M &= \frac{E_M^2}{Z_{22}} e^{j\varphi_M} - \frac{E_M E_k}{Z_{21}} e^{j(\varphi_M + \varphi_k)} \end{aligned} \quad (4)$$

В рассматриваемом случае принимается $Z_{12} = Z_{21}$.

Ниже рассматриваются отдельно случаи симметричного и несимметричного четырехполюсников.

1. Случай симметричного четырехполюсника

1. В качестве исходных уравнений, подлежащих решению, рассматриваются следующие уравнения (4), записанные для двух отличающихся друг от друга режимов электропередачи:

$$\begin{aligned} P_{k1} + jQ_{k1} &= \frac{E_{k1}^2}{Z_{11}} e^{j\varphi_{k1}} - \frac{E_{k1} E_{M1}}{Z_{12}} e^{j(\varphi_{k1} + \varphi_{M1})} \\ P_{k2} + jQ_{k2} &= \frac{E_{k2}^2}{Z_{11}} e^{j\varphi_{k2}} - \frac{E_{k2} E_{M2}}{Z_{12}} e^{j(\varphi_{k2} + \varphi_{M2})} \\ P_{M1} + jQ_{M1} &= \frac{E_{M1}^2}{Z_{22}} e^{j\varphi_{M1}} - \frac{E_{M1} E_{k1}}{Z_{12}} e^{j(\varphi_{M1} + \varphi_{k1})} \\ P_{M2} + jQ_{M2} &= \frac{E_{M2}^2}{Z_{22}} e^{j\varphi_{M2}} - \frac{E_{M2} E_{k2}}{Z_{12}} e^{j(\varphi_{M2} + \varphi_{k2})}. \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь искомыми являются величины: $Z_{11} = z_{11} \cdot e^{j\varphi_{11}}$, $Z_{12} = z_{12} \cdot e^{j\varphi_{12}}$ и два угла φ_{m1} и φ_{m2} , т. е. всего четыре неизвестных. Исходная система (5) содержит четыре комплексных уравнения. Для рассматриваемого случая — симметричного четырехполюсника — имеет место $A = D$, или $Z_{11} = Z_{22}$. Такое ограничение налагается из-за того, что в число неизвестных, подлежащих определению, входят углы между векторами напряжений, т. е. φ_{m1} и φ_{m2} , которые в обычных задачах синтеза четырехполюсников принимаются известными. В статье для индексов углов φ принято следующее правило $\varphi_{m1} = -\varphi_{m2}$ (5а).

Система уравнений (6) имеет единственное решение при условии соблюдения хотя-бы одного из следующих неравенств:

$$\begin{aligned} P_{k1} \neq P_{k2}; \quad P_{m1} \neq P_{m2}; \quad Q_{k1} \neq Q_{k2} \\ Q_{m1} \neq Q_{m2}; \quad E_{k1} \neq E_{k2}; \quad E_{m1} \neq E_{m2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Выбор режима электропередачи, по данным которых производится расчет параметров четырехполюсника, или, говоря иначе, выбор какого-либо из неравенств (6) или нескольких из них, зависит от характера решаемой задачи, из числа перечисленных в конце статьи задач.

Так, например, при решении задачи о параметрах коронирующей высоковольтной линии электропередачи желателен выбор режимов с соблюдением условий $E_{k1} = E_{k2}$, $E_{m1} = E_{m2}$. Для получения же зависимости параметров коронирующей линии от уровня напряжения или градиента потенциала на проводах достаточно для каждого из уровней напряжения выбирать два режима, для которых соблюдается хотя бы одно из первых четырех неравенств (6).

2. В результате решения системы уравнений (5) получаются:

а. Выражения для вычисления собственных сопротивлений симметричного четырехполюсника

$$z_{11} = z_{22} = \sqrt{\frac{Y_1^2 + Y_2^2}{Y_3^2 + Y_4^2}}, \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{11} = \operatorname{tg} \varphi_{22} = \frac{Y_1 Y_4 - Y_2 Y_3}{Y_1 Y_3 + Y_2 Y_4}. \quad (8)$$

где

$$Y_1 = \frac{P_{k1}}{E_{k1}^2} - \frac{P_{k2}}{E_{k2}^2} - \frac{P_{m1}}{E_{m1}^2} - \frac{P_{m2}}{E_{m2}^2};$$

$$Y_2 = \frac{Q_{k1}}{E_{k1}^2} - \frac{Q_{k2}}{E_{k2}^2} - \frac{Q_{m1}}{E_{m1}^2} - \frac{Q_{m2}}{E_{m2}^2};$$

$$Y_3 = \frac{P_{k1} P_{m1} - Q_{k1} Q_{m1}}{E_{k1}^2 E_{m1}^2} - \frac{P_{k2} Q_{m2} - P_{m2} Q_{k2}}{E_{k2}^2 E_{m2}^2};$$

$$Y_4 = \frac{P_{k1} Q_{m1} + P_{m1} Q_{k1}}{E_{k1}^2 E_{m1}^2} - \frac{P_{k2} Q_{m2} + P_{m2} Q_{k2}}{E_{k2}^2 E_{m2}^2}.$$

6. Выражения для вычисления взаимного сопротивления четырехполюсника

$$Z_{12} = \frac{Z_{22} E_{k1} E_{u1}}{\sqrt{\Delta}}, \quad (9)$$

где

$$\Delta = [2E_{k1}^2 (P_{k1} r_{22} - Q_{k1} x_{22}) - E_{k1}^4 - S_{k1}^2 z_{22}^2] \cdot [2E_{u1}^2 (P_{u1} r_{22} - Q_{u1} x_{22}) - E_{u1}^4 - S_{u1}^2 z_{22}^2];$$

$$\operatorname{tg} 2\varphi_{12} = \frac{Z_{22}^2 (P_{u1} Q_{u1} + P_{u1} Q_{k2}) - E_{u1}^2 v_3 - (E_{k1} E_{u1})^2 \sin 2\varphi_{22} - E_{k1}^2 v_4}{(E_{k1}^2 + v_1)(E_{k1}^2 + v_2) + v_3 v_4 - 2[Q_{k1} Q_{u1} z_{22}^2 - (E_{k1} E_{u1})^2 \sin^2 \varphi_{22}]} \quad (10)$$

$$v_1 = Q_{k1} x_{22} - P_{k1} r_{22}; \quad v_2 = Q_{u1} x_{22} - P_{u1} r_{22};$$

$$v_3 = Q_{k1} r_{22} - P_{k1} x_{22}; \quad v_4 = P_{u1} x_{22} - Q_{u1} r_{22};$$

в. Выражения для вычисления угла сдвига между векторами

$$\dot{E}_k \text{ и } \dot{E}_u.$$

Угол сдвига δ_{ku1} — в первом режиме электропередачи

$$\cos \delta_{ku1} = \frac{E_{k1} z_{12}}{E_{u1}} \left[\frac{1}{z_{11}} \cos (\varphi_{12} - \varphi_{11}) - Y_{k1} \cos (\varphi_{12} - \varphi_{k1}) \right], \quad (11)$$

где

$$\operatorname{tg} \varphi_{k1} = \frac{Q_{k1}}{P_{k1}}; \quad Y_{k1} = \frac{\sqrt{P_{k1}^2 + Q_{k1}^2}}{E_{k1}^2}.$$

Угол сдвига δ_{ku2} — во втором режиме электропередачи

$$\cos \delta_{ku2} = \frac{E_{k2} z_{12}}{E_{u2}} \left[\frac{1}{z_{11}} \cos (\varphi_{12} - \varphi_{11}) - Y_{k2} \cos (\varphi_{12} - \varphi_{k2}) \right], \quad (12)$$

где

$$\operatorname{tg} \varphi_{k2} = \frac{Q_{k2}}{P_{k2}}; \quad Y_{k2} = \frac{\sqrt{P_{k2}^2 + Q_{k2}^2}}{E_{k2}^2}.$$

По найденным величинам Z_{11} , Z_{12} легко определяются параметры элементов схем замещения четырехполюсника (Т, П-образные или мостовые схемы). Так например, параметры Т-образной схемы замещения четырехполюсника определяются полученным решением по формулам:

$$Z_k = Z_u = Z_{11} = Z_{12} \frac{Z_{12} - Z_{22}}{Z_{12}^2 - Z_{11} Z_{22}}, \quad (13)$$

$$Z_{ku} = \frac{Z_{11} Z_{12} Z_{22}}{Z_{12}^2 - Z_{11} Z_{22}}.$$

Здесь Z_k — сопротивление плеча на стороне станции К.

3. Числовой пример, иллюстрирующий расчет, по предлагаемым формулам, приводится ниже

А. Для концов линии передачи (станции К и М), представляемой схемой по рис. 1, известны следующие исходные для расчета ве-

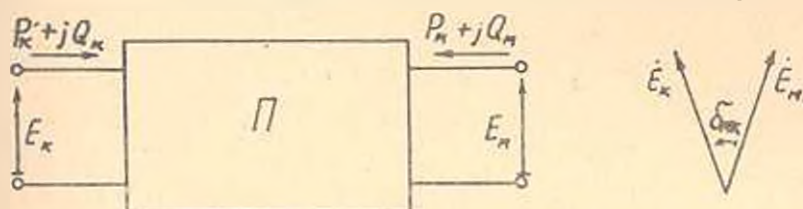


Рис. 1.

личины: напряжение (E), активная (P) и реактивная (Q) мощности в двух (1 и 2) отличающихся друг от друга режимах электропередачи. Расчеты проводятся для трех отдельных случаев, каждый из которых представляется двумя режимами.

Исходные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Стан-ция	Вели-чины	Размер-ность	С л у ч а и					
			I		II		III	
			режим		режим		режим	
			1	2	1	2	1	2
К	E_K	кВ	420	395	420	415	395	395
	P_K	МВт	429,9	120,4	754,9	553,9	757,1	776
	Q_K	Мвар	194,7	-231,1	93	-133,4	322	447,6
М	E_M	кВ	112	350	412	415	390	350
	P_M	МВт	-411,3	-125,6	-699,8	-525,9	-678,9	-692,1
	Q_M	Мвар	-163,5	-252,1	162,4	-59,2	374,6	501,5

Б. Результаты вычислений по формулам (7) и (8) величин сопротивления Z_{22} и угла φ_{22} для линии электропередачи, данные о режимах которой представлены в табл. 1, приводятся ниже в таблице 2.

Таблица 2

Случаи	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Z_{22}	φ_{22}
	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	ом	град.
I	0,43	11,61	-3,64	0,49	316,3	84°35'
II	-0,45	25,92	-8,19	0,66	315,4	84°24'
III	-1,15	-16,84	5,25	-0,95	315,6	84°50'

В четырехполюснике, для которого ведется расчет, величины Z_{22} и φ_{22} равны, соответственно, 315 ом и 84°25'. Таким образом, погрешности в расчете находятся в допустимых пределах.

В. Аналогично, пользуясь исходными данными табл. 1 по формулам (9) и (10) вычисляются величины полного сопротивления z_{12} и угла φ_{12} . Результаты вычислений представлены в таблице 3.

Таблица 3

Случай	u_1	u_2	u_3	u_4	Δ	z_{12}	φ_{12}
	$\times 10^{10}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{11}$	ом	град.
I	-7,43	3,55	14,04	-13,39	48,96	206,4	86°21'
II	0,57	7,26	23,95	-21,4	48,95	206,4	86°21'
III	9,31	13,54	24,32	-20,12	28,67	206	86°26'

В рассчитываемом четырехполюснике, действительно, $z_{12} = 206$ ом и $\varphi_{12} = 86^\circ 26'$, что совпадает с результатами таблицы 3.

Г. Величины углов сдвига δ_{km1} (для режимов 1) и δ_{km2} (для режимов 2) между векторами $\vec{E}_k$ и $\vec{E}_m$, вычисленные по формулам (12) и (13), представлены в таблице 4.

Таблица 4

Случай	$\frac{z_{12}}{z_{11}} \cos(\varphi_{12} - \varphi_{11})$	$\cos(\varphi_{12} - \varphi_{11})$	$\cos(\varphi_{12} - \varphi_{11})$	δ_{km1}	δ_{km2}
I	0,6531	-0,3557	-0,5359	30°	10°
II	0,6531	0,1937	-0,1731	60°	40°
III	0,6531	0,4179	0,5471	50°	90°

В правильности предлагаемых расчетных формул можно убедиться путем производства обратных вычислений — нахождений: P_k , Q_k , P_m , Q_m по формулам (5), используя в них найденные: z_{11} , z_{22} , φ_{12} , φ_{22} и величины $\vec{E}_k$ и $\vec{E}_m$.

В результате такого расчета получаются исходные данные таблицы 1.

Случай несимметричного четырехполюсника

Уравнения (5), дополненные следующими уравнениями (14), записанными для третьего отличающегося от первых двух режимов электропередачи, представляются ниже в качестве исходных, подлежащих решению для случая несимметричного четырехполюсника

$$P_{k3} + jQ_{k3} = \frac{E_{k3}^2}{z_{11}} e^{j\varphi_{11}} - \frac{E_{k3}E_{m3}}{z_{12}} e^{j(\delta_{km3} + \varphi_{12})} \quad (14)$$

$$P_{m3} + jQ_{m3} = \frac{E_{m3}^2}{z_{22}} e^{j\varphi_{22}} - \frac{E_{k3}E_{m3}}{z_{12}} e^{j(\delta_{km3} + \varphi_{12})}.$$

В системе из шести уравнений (5) и (14) искомыми являются три комплексных величины: $Z_{11} = z_{11} e^{j\varphi_{11}}$, $Z_{12} = z_{12} e^{j\varphi_{12}}$, $Z_{22} = z_{22} e^{j\varphi_{22}}$ и три величины: δ_{mk1} , δ_{mk2} , δ_{mk3} — углов сдвига между векторами напряжений на зажимах четырехполюсника в трех режимах электропередачи. В отличие от случая симметричного четырехполюсника, здесь $z_{11} \neq z_{12}$.

Условия (6), обеспечивающие единственность решения системы уравнений (5), дополняются, для случая несимметричного четырехполюсника условием соблюдения еще хотя-бы одного из следующих неравенств:

$$P_{m1} \neq P_{m2}; \quad P_{m1} \neq P_{m3}; \quad Q_{m2} \neq Q_{m3} \quad (15)$$

$$Q_{m1} \neq Q_{m2}; \quad E_{m1} = E_{m2}; \quad E_{m1} = E_{m3}.$$

Соблюдение двух каких-либо неравенств из числа (5) и (15) означает, что три исходных режима электропередачи должны отличаться друг от друга неравенством: или напряжений, или активной или реактивной мощностей, или их сочетанием.

2. В результате решения системы уравнений (5) и (14) получаются:

а. Выражения для вычисления собственных и взаимного сопротивлений несимметричного четырехполюсника

$$Z_{11} = \frac{\Delta}{Y_{m1} Y_{m3} (Y_{m1} - Y_{m3}) + Y_{m1} Y_{m2} (Y_{m2} - Y_{m1}) + Y_{m2} Y_{m3} (Y_{m3} - Y_{m2})} \quad (16)$$

$$Z_{12} = \frac{\Delta}{Y_{m1} Y_{m1} (Y_{m2} - Y_{m1}) + Y_{m2} Y_{m2} (Y_{m3} - Y_{m1}) + Y_{m3} Y_{m3} (Y_{m1} - Y_{m2})}$$

$$Z_{12} = \frac{Z_{11} Z_{22}}{(Y_{m1} Z_{11} - 1)(Y_{m1} Z_{22} - 1)}$$

$$\Delta = Y_{m1}(Y_{m2} - Y_{m3}) + Y_{m2}(Y_{m3} - Y_{m1}) + Y_{m3}(Y_{m1} - Y_{m2});$$

$$Y = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{E^2} e^{j\psi} = Y e^{j\psi}, \quad \operatorname{tg} \psi = \frac{Q}{P}.$$

Здесь индексы при Y , ψ , P , Q , E берутся одинаковыми из сочетания индексов зажимов четырехполюсника k , m и режимов 1, 2, 3, используемых в системах уравнений (5) и (14).

$\dot{Z}$ — величина, сопряженная комплексу $Z = r + jx$.

б. Выражения для вычисления углов между векторами напряжений на зажимах четырехполюсника в режимах 1 и 2 в форме (11) и (12). Для вычисления угла сдвига между этими же векторами в режиме 3 электропередачи используется следующее выражение:

$$\cos \delta_{mk3} = z_{12} \frac{E_{m3}}{E_{m2}} \left[\frac{1}{z_{12}} \cos(\varphi_{11} - \varphi_{12}) - Y_{k3} \cos(\psi_{k3} - \varphi_{12}) \right], \quad (17)$$

где

$$Y_{K3} = \frac{1}{E_{K2}} \frac{P_{K3} - Q_{K3}^2}{E_{K2}}$$

Параметры элементов схемы замещения четырехполюсника определяются по найденным величинам Z_{11} , Z_{12} , Z_{22} . Так, например, параметры Т-образной схемы замещения в случае несимметричного четырехполюсника определяются формулами (13) и следующей (18)

$$Z_3 = Z_{12} Z_{22} \frac{Z_{12} - Z_{22}}{Z_{12} - Z_{11} Z_{22}} \quad (18)$$

Z_3 — сопротивление плеча на стороне станции М.

Числовой пример.

Для несимметричного четырехполюсника (по рис. 1) известны (табл. 5) следующие данные о трех различных его режимах электропередачи между станциями К и М.

Таблица 5

Станция	Величины		Размеры		
	обозначения	размерность	1	2	3
К	E_K	кВ	420	415	395
	P_K	мгвт	291,7	643,1	654
	Q_K	мгвар	247,1	17,9	— 90
М	E_M	кВ	412	405	390
	P_M	мгвт	— 134,9	— 44,4	— 450,5
	Q_M	мгвар	— 879,6	— 1109,7	— 1078,2

Согласно формулам (16) определяются следующие, сначала, промежуточные для расчета величины Y , представленные в таблице 6:

Таблица 6

Величины	Модуль $\times 10^{-4}$	Аргумент в град.	Дейст. часть $\times 10^{-4}$	Мним. часть $\times 10^{-4}$
Y_{K1}	21,67	40,28	16,54	j 14,01
Y_{K2}	37,34	1,6	37,34	j 1,04
Y_{K3}	42,32	352,1	41,20	$-j$ 5,77
Y_{M1}	52,41	261,3	7,95	$-j$ 51,93
Y_{M2}	73,24	247,4	— 29,13	$-j$ 67,6
Y_{M3}	81,79	245,96	— 33,27	$-j$ 74,67

Результаты расчета искомых параметров четырехполюсника, вычисленные по формулам (16), приводятся ниже в таблице 7.

Таблица 7

Величины	Модуль в омах	Действи- тельная часть	Мнимая часть
Z_{11}	319,0	31,54	$j 316,49$
Z_{22}	102,4	12,19	$j 101,64$
Z_{12}	205,9	-204,00	$j 30,90$

Г. Углы сдвига между векторами напряжений на зажимах (К. М) четырехполюсника в его трех (1, 2, 3) режимах электропередачи, вычисленные по формулам (11), (12) и (17), оказались равными:

$$\varphi_{км1} = 20,90^\circ; \quad \varphi_{км2} = 49,5^\circ; \quad \varphi_{км3} = 60,55^\circ.$$

Возможные случаи практического применения предлагаемого метода расчета

Метод расчета параметров симметричного и несимметричного четырехполюсников и углов сдвига между векторами напряжений на зажимах четырехполюсника по заданным рабочим режимам электропередачи может получить применение для решения целого ряда задач, встречающихся в практике эксплуатации энергосистем и в экспериментальных научно-исследовательских работах в области расчета и синтеза электрических цепей. Перечислим некоторые из таких задач.

1. Построение схемы замещения копирующей высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП) в рабочих режимах ее эксплуатации при произвольных изменениях: потоков энергии, напряжений и углов сдвига между векторами напряжений на концах ЛЭП.

2. Определение параметров четырехполюсника по данным рабочих режимов его работы, взамен используемого в таких случаях известного "метода опытов холостого хода и коротких замыканий".

3. Определение состояния загрязненности изоляции высоковольтных ЛЭП путем вычислений поперечной проводимости ЛЭП.

4. Определение дискретных значений параметров нелинейного четырехполюсника и построение на их основе характеристики зависимости параметров от напряжения или тока, обуславливающих нелинейность.

5. Вычисление углов сдвига между векторами напряжений на концах ЛЭП.

Числовые примеры расчета выполнены Э. Джангировой.

Лаборатория электротехники

АН Армянской ССР

Поступило 7.X. 1957 г.

2. S. ԱԳՈՆՑ

ԲԱՌԱՔԵՎԵՌԱԿԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԵՎ ՆՐԱ ՈՆԿԱԿԱՆՆԵՐԻ ՎՐԱ ԼԱՐԱԿԱՆ
ՎԵԿՏՈՐՆԵՐԻ ՄԵԶԵԿ ԵՂԱԾ ՍԱՀՔԻ ՍՆԱՅՍԱՆ ՀԱՇՎԱԿԱԿԻ ՄԵԹՈԴԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ներկա հոդվածի հեղինակը նպատակ է դրել ստեղծել քառաբևեռային պարամետրերի և նրա սեղմանների լարման վեկտորների միջև եղած սահմանափակ հաշվարկի մեթոդ, եթե հաշվանք են լարումների (մոդուլների), ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների քառաբևեռային բացարձակ մեծությունները սեղմաններում:

Նկ. 1-ի վրա, որտեղ ցուցադրված է պատասխի քառաբևեռային սխեման, $P_x, Q_x, E_x, P_y, Q_y, E_y$ տառերով նշված են ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների և քառաբևեռային K և M սեղմանների վրա եղած լարման հաշվանքի մեծությունները: Որոշելի (անհայտ) մեծություններ են հանդիսանում

$$\text{սեղման } Z_{11} = r_{11} + jx_{11} = z_{11} \cdot e^{j\varphi_{11}}$$

$$Z_{22} = r_{22} + jx_{22} = z_{22} \cdot e^{j\varphi_{22}}$$

$$\text{և փոխադարձ } Z_{12} = r_{12} + jx_{12} = z_{12} \cdot e^{j\varphi_{12}}$$

քառաբևեռային կոմպլեքսային դիմադրությունները, ինչպես և E_x և E_y վեկտորների միջև եղած սահմանափակ հաշվանք, հաշված E_x -ից, որ պատկերված է Նկ. 1-ում նախ-ով:

Առաջադրված խնդիրը քննարկվում է սխեմայի և ոչ սխեմայի քառաբևեռային համար: Այդ խնդրի լուծումը ապահովող հալաբաբումները ներկայացված են (5) ձևով սխեմայի և (5) և (14) ձևերով ոչ սխեմայի քառաբևեռային համար: Խնդրի լուծումները տրված են հաշվարկային բանաձևերի տեսքով, համապատասխանաբար (7) — (12) սխեմայի և (16), (17), (18), (19) ոչ սխեմայի քառաբևեռային համար:

Առաջադրվող մեթոդը կարող է գործնական կիրառում գտնել մի շարք պրակտիկ խնդիրների լուծման համար, այդ թվում հետևյալների համար՝

1. Էլեկտրահզորության կորոնացնող բարձրալիտ զմի տեղակայման սխեմայի կառուցում նրա չափագործման աշխատանքային սեփականում էներգիայի հոսքերի, լարումների և հազորդման զմերի ծալքերին լարումների վեկտորների միջև եղած սահմանային անկյունների կամայական փոփոխությունների ժամանակ:

2. Վառարենուսակի պարամետրերի որոշումը ըստ նրա աշխատանքային ռեժիմների ալլալների, նման դեպքերում օդատարածվող հալանքի ռադիալ ընթացքի փոքրերի և կարճ միացումների մեթոդիչ ժամանակ:

3. Բարձրալիտ էլեկտրահզորության զմերի մեկուսացման ադապտորվածությունի վիճակի որոշումը:

4. Ոչ-զմային քառաբևեռային պարամետրերի դիսկրետ նշանակությունների որոշումը և նրանց հիման վրա ոչ-զմայնությունը պայմանավորող յարաբերության կամ հոսանքից պարամետրերի անհեղափոխ ընդհանրացրել կառուցելու ժամանակ:

5. Էլեկտրահզորության զմերի ծալքերին լարումների վեկտորների միջև եղած սահմանային անկյունների հաշվարկման ժամանակ: