

## К ЕДИНОМУ АЛГОРИТМУ РАСЧЕТА СЕТЕВЫХ МОЩНОСТЕЙ

Р. И. БОРИСОВ, С. Г. СЛЮСАРЕНКО

(Представлена научным семинаром кафедры электрических систем и сетей)

В данной работе предлагается алгоритм использования обобщенного выражения сетевых мощностей при расчете установившихся режимов электрических систем на основе решения уравнений балансов узловых мощностей.

Для симметричных четырехполюсников обобщенная форма расчета сетевых мощностей имеет вид

$$P_{ij} = \frac{U_i^2 M_{ij}}{B_{ij}} \cos(\Psi_{Bij} - \Psi_{Mij}) - \frac{U_i U_j}{B_{ij}} \cos(\delta_i - \delta_j + \Psi_{Bij}); \quad (1)$$

$$Q_{ij} = \frac{U_i^2 M_{ij}}{B_{ij}} \cos(\Psi'_{Bij} - \Psi_{Mij}) - \frac{U_i U_j}{B_{ij}} \cos(\delta_i - \delta_j + \Psi'_{Bij}), \quad (2)$$

$$\text{где } M = \dot{A} = \dot{D}; \quad \Psi'_{Bij} = \Psi_{Bij} - \frac{\pi}{2}.$$

Повышающие и понижающие двухобмоточные трансформаторы замещаются Г-образными схемами согласно рис. 1, т. е. являются несимметричными четырехполюсниками. Расчетные формулы коэффициентов четырехполюсников представлены в табл. 1. Ниже излагается один из

Таблица 1

	Понижающий трансформатор		Повышающий трансформатор	
	$Z_\mu = \infty$	$Z_\mu \neq \infty$	$Z_\mu = \infty$	$Z_\mu \neq \infty$
$\dot{A}$	$K_T$	$K_T$	$\frac{1}{K_T}$	$\frac{1}{K_T}$
$\dot{B}$	$\frac{\dot{Z}_T}{K_T}$	$\frac{\dot{Z}_T}{K_T}$	$\frac{\dot{Z}_T}{K_T}$	$\frac{\dot{Z}_T}{K_T}$
$\dot{C}$	0	$\frac{K_T}{Z_\mu}$	0	$\frac{K_T}{Z_\mu} \dot{Z}_\mu$
$\dot{D}$	$\frac{1}{K_T}$	$\frac{1}{K_T} \left( 1 + \frac{Z_T}{Z_\mu} \right)$	$K_T$	$K_T \left( 1 + \frac{\dot{Z}_T}{Z_\mu} \right)$

вариантов учета указанной особенности для использования обобщенных выражений сетевых мощностей (1, 2) на примере двухобмоточного силового трансформатора.

На рис. 1 представлены схемы замещения понижающего (а) и повышающего (б) трансформаторов. Принимаем, что сопротивление рассеяния  $\dot{Z}_T$ , сопротивление ветви намагничивания  $\dot{Z}_\mu$  приведены к стороне высокого напряжения, а коэффициент трансформации трансформатора определяется отношением

$$K_T = \frac{|\dot{U}_{TB}|}{|\dot{U}_{TH}|}.$$

Рассмотрим выражения активной составляющей сетевой мощности с учетом потерь холостого хода для повышающего (3, 4) и для понижающего (5, 6) трансформаторов. Поскольку во всех случаях

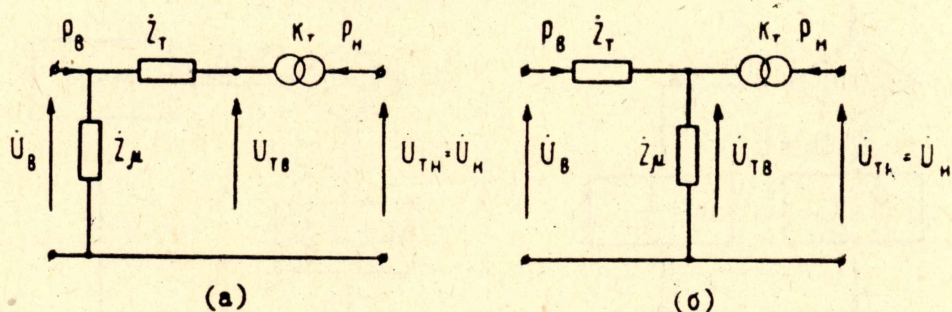


Рис. 1.

(табл. 1) коэффициент  $\dot{B}$  замещающего четырехполюсника определяется одинаково, будем его описывать модулем  $B$  и углом  $\Psi_B$ , а коэффициенты  $\dot{A}$  и  $\dot{D}$  распишем подробно.

$$P_B = \frac{1}{K_T} \frac{U_B^2}{B} \cos(\Psi_B - \Psi_A) - \frac{U_B U_H}{B} \cos(\delta_B - \delta_H + \Psi_B); \quad (3)$$

$$P_H = K_T \left| 1 + \frac{\dot{Z}_T}{\dot{Z}_\mu} \right| \frac{U_H^2}{B} \cos(\Psi_B - \Psi_D) - \frac{U_B U_H}{B} \cos(\delta_H - \delta_B + \Psi_B); \quad (4)$$

$$P_B = \frac{1}{K_T} \left| 1 + \frac{\dot{Z}_T}{\dot{Z}_\mu} \right| \frac{U_B^2}{B} \cos(\Psi_B - \Psi_D) - \frac{U_B U_H}{B} \cos(\delta_B - \delta_H + \Psi_B); \quad (5)$$

$$P_H = K_T \frac{U_H^2}{B} \cos(\Psi_B - \Psi_A) - \frac{U_H U_B}{B} \cos(\delta_H - \delta_B + \Psi_B). \quad (6)$$

Из выражений (3, 4, 5, 6) следует, что перед расчетом сетевых мощностей по обобщенной форме (1, 2) необходимо выяснить, какой обмоткой, высокого или низкого напряжения, примыкает рассматриваемый трансформатор к расчетному узлу, а также установить — является эта обмотка первичной или вторичной.

Так, при  $Z_\mu = \infty$  для трансформатора, примыкающего к расчетному узлу обмоткой высокого напряжения,  $M = \frac{1}{K_T}$ , в случае же примыкания обмоткой низкого напряжения  $M = K$  (рис. 2, а).

Формирование коэффициента  $\dot{M}$  с учетом потерь холостого хода следует проводить по схеме рис. 2, б.

Параметры  $U_i$ ;  $U_j$ ;  $\delta_i$ ;  $\delta_j$  в блоке формирования коэффициента  $M$  должны браться из векторов начальных приближений. Во избежание неправильной работы блока формирования зависимые параметры режима должны на каждом шаге итерационного расчета нормального режима определяться суммированием соответствующих компонент вектора решения и вектора поправок.

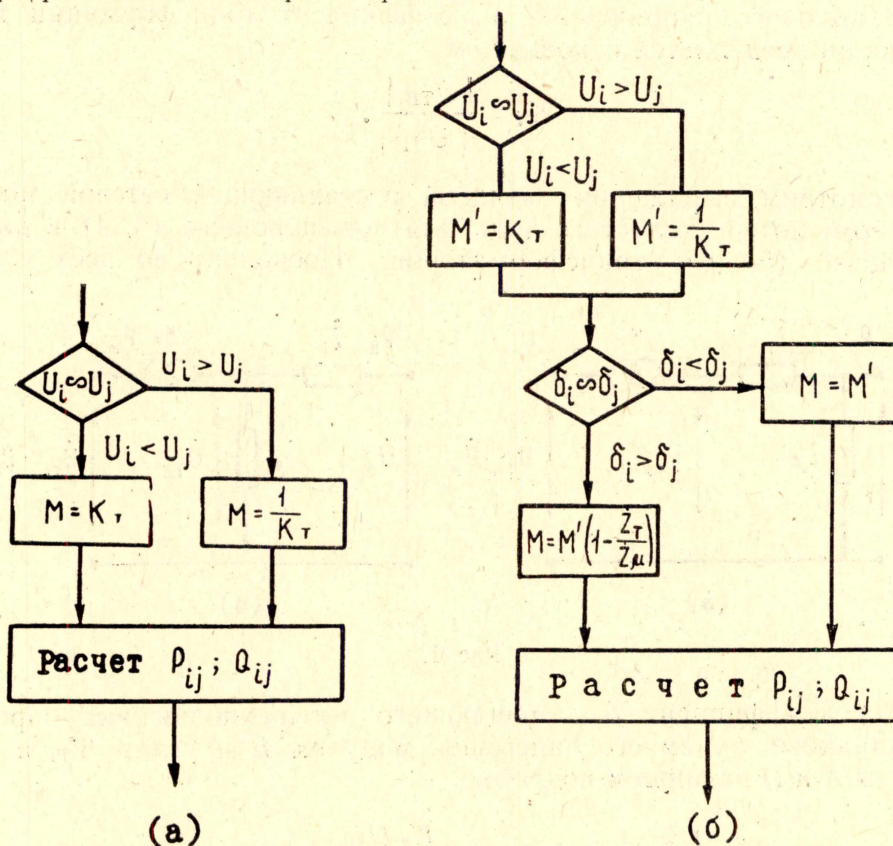


Рис. 2.

Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов следует представлять в виде трехлучевой звезды, ветвь намагничивания учитывать со стороны первичной обмотки. Основным требованием к подготовке исходных данных остается расчет сопротивлений рассеяния обмоток и сопротивления ветви намагничивания, приведенных к стороне высокого напряжения. К примеру, для автотрансформатора с первичной обмоткой низкого напряжения четырехполюсник, замещающий обмотку высокого напряжения, будет содержать только продольный реактанс. Две другие обмотки должны быть представлены как двухобмоточные трансформаторы (рис. 1). Причем обмотке низкого напряжения будет соответствовать схема (б), обмотке среднего напряжения — схема (а) с  $Z_\mu = \infty$ .

Таким образом, использование обобщенных выражений сетевых мощностей может обеспечить выполнение расчета режимов сложных энергосистем с трансформаторами непосредственно по исходным параметрам, т. е. без предварительного приведения их к базисным условиям.

#### ЛИТЕРАТУРА

В. А. Веников, И. П. Сиуда. Расчеты режимов дальних электропередач переменного тока, М., «Высшая школа», 1966.