



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3597862/24-07

(22) 31.05.83

(46) 23.09.86. Бюл. № 35

(72) М.Я. Минц и В.Н. Чинков

(53) 621.316.761(088.8)

Авторское свидетельство СССР
№ 570150, кл. Н 02 J 3/26, 1977.

Авторское свидетельство СССР
№ 905941, кл. Н 02 J 3/26, 1981.

Авторское свидетельство СССР
№ 1037377, кл. Н 02 J 3/26, 1982.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СИММЕТРИЗАТОРОМ ТРЕХФАЗНОЙ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНОЙ СЕТИ

(57) Изобретение относится в электро-технике и может быть использовано в симметрирующих устройствах или симметризаторах, предназначенных для симметрирования токов четырехпроводных трехфазных сетей при подключении к ним трехфазных нагрузок, изменяющихся по характеру и величине. Цель изобретения - повышение точности симметрирования и поддержание коэффициента мощности на заданном уровне. По способу управления симметризатором

трехфазной четырехпроводной сети, состоящим из шести реактивных элементов, первые три из которых соединены в звезду, а другие - в треугольник, измеряют активные P_A , P_B и P_C и реактивные Q_A , Q_B и Q_C мощности фаз, находят среднюю активную мощность \bar{P} фазы, а управляющие сигналы, воздействующие на соответствующие реактивные элементы, формируют в соответствии с выражениями

$$b_A = \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_C - P_B}{\sqrt{3}} - Q_A + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \quad b_B =$$

$$= \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_A - P_C}{\sqrt{3}} - Q_B + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \quad b_C =$$

$$= \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_B - P_A}{\sqrt{3}} - Q_C + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \quad b_{AB} =$$

$$= \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_B - P_A); \quad b_{BC} = \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_C - P_B);$$

$$b_{CA} = \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_A - P_C),$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ - заданный коэффициент мощности. 1 ил.

Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано в симметрирующих устройствах или симметризаторах, предназначенных для симметрирования токов четырехпроводных трехфазных сетей, при подключении к ним трехфазных нагрузок, изменяющихся по характеру и величине.

Цель изобретения - повышение точности симметрирования и поддержание коэффициента мощности на заданном уровне.

На чертеже изображена структурная схема предлагаемого технического решения.

Схема содержит датчики активной 1 и реактивной 2 мощностей, датчик 3 квадрата действующего значения напряжения, вычислитель 4 средней активной мощности, формирователь 5 управляющих сигналов, блок 6 линейных усилителей и симметризатор 7.

Сигналы с выходов датчиков активной 1 и реактивной 2 мощностей и датчика 3 квадрата действующего значения напряжения поступают на входы формирователя 5 управляющих сигналов. Сигналы с датчиков 1 активной мощности подаются также на вычислитель 4 средней активной мощности \bar{P} , коэффициент которого перестраивается и задается пропорциональным $\operatorname{tg}\varphi$. Сигнал с выхода вычислителя 4, пропорциональный величине $P \operatorname{tg}\varphi$ вводится в формирователь 5 управляющих сигналов, в котором по входным сигналам активной P_A , P_B и P_C и реактивной Q_A , Q_B и Q_C мощностей фаз, величины $P \operatorname{tg}\varphi$ и квадрата действующего значения фазового напряжения U^2 образуются шесть управляющих сигналов. Эти сигналы через усилители 6 поступают на симметризатор 7, в котором производится изменение параметров реактивных элементов, обеспечивающее симметрирование токов обратной и нулевой последовательностей, задание коэффициента мощности и автоматическое поддержание его на заданном уровне.

Существо способа управления симметризатором заключается в следующем. В общем случае для четырехпроводной трехфазной сети фазные токи содержат составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей:

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{(1)} &= \frac{1}{3} (\dot{I}_A + \alpha \dot{I}_B + \alpha^2 \dot{I}_C); \\ \dot{I}_{(2)} &= \frac{1}{3} (\dot{I}_A + \alpha^2 \dot{I}_B + \alpha \dot{I}_C); \\ \dot{I}_0 &= \frac{1}{3} (\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где \dot{I}_A , \dot{I}_B и \dot{I}_C - комплексы фазных токов;

\dot{I}_1 , \dot{I}_2 и \dot{I}_0 - комплексы токов прямой, обратной и нулевой последовательностей;

$\alpha = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ - фазный множитель.

Симметризатор для компенсации токов обратной и нулевой последовательностей в четырехпроводных трехфазных сетях в общем случае должен содержать шесть реактивных элементов с проводимостями

$$Y_A = -j b_A; Y_B = -j b_B;$$

$$Y_C = -j b_C; Y_{AB} = -j b_{AB};$$

$$Y_{BC} = -j b_{BC}; Y_{CA} = -j b_{CA}.$$

Элементы Y_A , Y_B и Y_C включают на фазные напряжения, и элементы Y_{AB} , Y_{BC} и Y_{CA} - на линейные.

Выделяя симметричную часть параметров симметризатора, получим

$$Y_A = Y'_0 + \Delta Y_B; Y_B = Y'_0 + \Delta Y_A;$$

$$Y_C = Y'_0 + \Delta Y_C; Y_{AB} = Y''_0 + \Delta Y_{AB}; \quad (2)$$

$$Y_{BC} = Y''_0 + \Delta Y_{BC}; Y_{CA} = Y''_0 + \Delta Y_{CA},$$

где $Y'_0 = \frac{1}{3}(Y_A + Y_B + Y_C)$ и $Y''_0 =$

$$= \frac{1}{3}(Y_{AB} + Y_{BC} + Y_{CA}) - \text{симметричные части параметров симметризатора};$$

ΔY_A , ΔY_B , ΔY_C , ΔY_{AB} , ΔY_{BC} и ΔY_{CA} - несимметричные или регулируемые части параметров симметризатора, причем

$$\Delta Y'_0 = \frac{1}{3}(\Delta Y_A + \Delta Y_B + \Delta Y_C) = 0$$

$$\Delta Y''_0 = \frac{1}{3}(\Delta Y_{AB} + \Delta Y_{BC} + \Delta Y_{CA}) = 0. \quad (3)$$

Условия компенсации токов нулевой и обратной последовательностей имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{(0)}^c &= U \Delta Y_2' = -\dot{I}_{(0)} \\ \dot{I}_{(2)}^c &= U(\Delta Y_1' - 3\Delta Y_1'') = -\dot{I}_{(2)} \end{aligned} \right\} (4)$$

Решая систему уравнений (4) с учетом условий (3), находим параметры симметризатора

$$\begin{aligned} \Delta Y_A &= -\frac{2j}{U} J_m \dot{I}_{(0)}; \\ \Delta Y_B &= -\frac{2j}{U} J_m \alpha \dot{I}_{(0)}; \\ \Delta Y_C &= -\frac{2j}{U} J_m \alpha^2 \dot{I}_{(0)}; \\ \Delta Y_{BC} &= \frac{2j}{3U} J_m (\dot{I}_{(2)} - \dot{I}_{(0)}); \\ Y_{CA} &= \frac{2j}{3U} J_m (\alpha^2 \dot{I}_{(2)} - \alpha \dot{I}_{(0)}); \\ Y_{AB} &= \frac{2j}{3U} J_m (\alpha \dot{I}_{(2)} - \alpha^2 \dot{I}_{(0)}). \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя эти выражения соотношения (1), параметры симметризатора выражаются через активные и реактивные мощности фаз

$$\begin{aligned} \Delta b_A &= \frac{1}{U^2} \left[(\bar{Q} - Q_A) - \frac{P_A - P_C}{\sqrt{3}} \right]; \\ \Delta b_B &= \frac{1}{U^2} \left[(\bar{Q} - Q_B) - \frac{P_C - P_A}{\sqrt{3}} \right]; \\ \Delta b_C &= \frac{1}{U^2} \left[(\bar{Q} - Q_C) - \frac{P_A - P_B}{\sqrt{3}} \right]; \\ \Delta b_{AB} &= -\frac{2}{3\sqrt{3} U^2} (P_A - P_B); \\ \Delta b_{BC} &= -\frac{2}{3\sqrt{3} U^2} (P_B - P_C); \\ \Delta b_{CA} &= -\frac{2}{3\sqrt{3} U^2} (P_C - P_A), \end{aligned} \quad (6)$$

где P_A, P_B и P_C - активные мощности фаз;

Q_A, Q_B и Q_C - реактивные мощности фаз;

$\bar{Q} = \frac{1}{3}(Q_A + Q_B + Q_C)$ - средняя реактивная мощность фазы.

Соотношения (6) определяют закон регулирования (изменения) несимметричной части параметров симметризатора в функции активных и реактивных мощностей нагрузки.

Для получения заданного коэффициента мощности следует использовать параметры симметричной части Y_0' и Y_0'' симметризатора, так как добавление любой симметричной части к симметризатору не изменяет условий симметрирования, но позволяет получить требуемый коэффициент мощности. Реактивная мощность, вносимая симметричной частью, равна

$$Q = 3U^2 (b_0' + 3b_0''),$$

где b_0', b_0'' - реактивные проводимости симметричной части параметров симметризаторов, соединенных соответственно в звезду и треугольник.

Обозначения через $\cos \varphi'$ исходный, а через $\cos \varphi$ требуемый коэффициент мощности, получим

$$\begin{aligned} b_0' + 3b_0'' &= \frac{P}{3U^2} (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi') = \\ &= \frac{\bar{P}}{U^2} \operatorname{tg} \varphi - \frac{\bar{Q}}{U^2}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\bar{P} = \frac{1}{3}(P_A + P_B + P_C)$ - средняя активность фазы.

Соотношение (7) позволяет получить любые фазовые сдвиги соответствующим выбором одного из параметров b_0' и b_0'' . Более простым получается техническое решение, если симметричную часть добавить в симметризатор, соединенный звездой, а b_0'' принять равным нулю, т.е. $b_0'' = 0$. Тогда параметры симметричной части, как следует из выражения (7), должны удовлетворять условию

$$b_0' = \frac{\bar{P}}{U^2} \operatorname{tg} \varphi - \frac{\bar{Q}}{U^2}. \quad (8)$$

Согласно уравнениям (2) параметры симметризатора, соединенные в звезду:

$$\begin{aligned} b_A &= b' + \Delta b_A, \quad b_B = b' + \Delta b_B, \\ b_C &= b' + \Delta b_C, \end{aligned}$$

а параметры другой части симметризатора, соединенного треугольником:

$$\begin{aligned} b_{AB} &= \Delta b_{AB}, \quad b_{BC} = \Delta b_{BC}, \\ b_{CA} &= \Delta b_{CA}. \end{aligned}$$

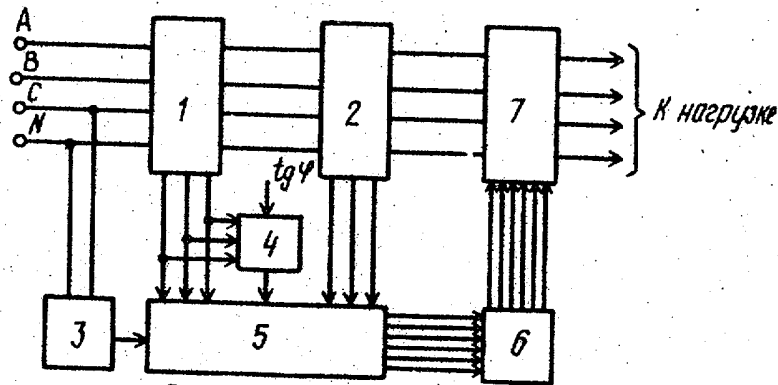
Подставляя в эти равенства выражения (6) и (8), окончательно находим

$$\left. \begin{aligned} b_A &= \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_C - P_B}{\sqrt{3}} - Q_A + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \\ b_B &= \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_A - P_C}{\sqrt{3}} - Q_B + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \\ b_C &= \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_B - P_A}{\sqrt{3}} - Q_C + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right); \\ b_{AB} &= \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_B - P_A); \\ b_{BC} &= \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_C - P_B); \\ b_{CA} &= \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_A - P_C). \end{aligned} \right\} (9)$$

Соотношения (9) описывают предлагаемый способ, т.е. те операции, которые необходимо выполнить для управления параметрами симметризатора при требуемом коэффициенте мощности $\cos \varphi$, который задается посредством величины $\operatorname{tg} \varphi$.

Формула изобретения

Способ управления симметризатором трехфазной четырехпроводной сети, состоящий из шести реактивных элементов, первые три из которых соединены в звезду, а другие - в треугольник,



Редактор И. Дербак

Составитель И. Мирошников
Техред Л. Олейник

Корректор С. Черни

Заказ 5133/54

Тираж 612

Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

закрывающийся в измерении действующего значения фазного напряжения U и формировании шести управляющих сигналов, воздействующих на соответствующие реактивные элементы, отличающийся тем, что, с целью повышения точности симметрирования и поддержания коэффициента мощности на заданном уровне, измеряют активные P_A , P_B и P_C и реактивные Q_A , Q_B и Q_C мощности фаз, находят среднюю активную мощность \bar{P} фазы, а указанные управляющие сигналы b_A , b_B , b_C , b_{AB} , b_{BC} и b_{CA} формируют в соответствии с выражениями

$$b_A = \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_C - P_B}{\sqrt{3}} - Q_A + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right);$$

$$b_B = \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_A - P_C}{\sqrt{3}} - Q_B + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right);$$

$$b_C = \frac{1}{U^2} \left(\frac{P_B - P_A}{\sqrt{3}} - Q_C + \bar{P} \operatorname{tg} \varphi \right);$$

$$b_{AB} = \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_B - P_A);$$

$$b_{BC} = \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_C - P_B);$$

$$b_{CA} = \frac{1}{U^2} \frac{2}{3\sqrt{3}} (P_A - P_C),$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ - заданный коэффициент мощности.