



УКРАЇНА

03)

(505 G 01 R 29/16

# ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ НЕСИМЕТРИЇ НАПРУГ

1

(20)94301178,06.07.93  
(21)4827589/21 (22) 22 05  
90 (SU) {46}29.12.94. Бюл.  
hfc 8-I

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
hfc 1374153, G 01 R 29/16, 1986.

2. Измеритель несимметрии цифровой  
43204, паспорт РБ 2.729 016 РС, Житомир-  
ское ПО "Электроизмеритель" (прототип).

(71) Запорізький машинобудівний Інститут  
БІ. В.Я.Чубаря

(72) Майєр Віктор Якович, Мащенко Олек-  
сандр Якович

(73) Майєр Віктор Якович (UA)

(57) Устройство для измерения несимметрии  
напряжений, содержащее последовательно  
соединенные входной блок, первый фильтр  
симметричных составляющих обратной по-  
следовательности и первый избирательный  
усилитель, последовательно соединенные  
первый детектор, первый аналого-цифровой  
преобразователь и первый отсчетный блок,

а также шунт и фазометр, причем выход пер-  
вого избирательного усилителя соединен с  
входом первого детектора и первым входом  
фазометра, о т л и ч а ю щ е с я тем, что в  
него введены последовательно соединен-  
ные второй фильтр симметричных составля-  
ющих обратной последовательности и  
второй избирательный усилитель, последо-  
вательно соединенные второй детектор,  
второй аналого-цифровой преобразователь  
и второй отсчетный блок, последовательно  
соединенные третий аналого-цифровой пре-  
образователь и третий отсчетный блок, при-  
чем первый, второй, третий выходы шунта  
соединены с соответствующими входами  
второго фильтра симметричных составля-  
ющих обратной последовательности, выход  
второго избирательного усилителя подклю-  
чен к входу второго детектора и второму  
входу фазометра, выход которого соединен  
с входом третьего аналого-цифрового пре-  
образователя.

Ю

Изобретение относится к электроизме-  
рительной технике, а именно к устройствам  
измерения несимметрии напряжений трех-  
фазных систем.

Известно устройство для измерения ам-  
плитудно-фазовой несимметрии трехфаз-  
ной системы переменных напряжений,  
содержащее трехфазный генератор модули-  
рующих напряжений, модуляторы, блоки фа-  
зового сдвига, выходной фильтр, датчик  
знака приращений выходного сигнала филь-  
тра, логических ячеек, дешифратора, двоич-  
ного счетчика, генератора импульсов сдвига  
/1/. К недостаткам устройства следует **отне-**

сти невозможность определения им доле-  
вого участия потребителей а ухудшении не-  
симметрии напряжений.

Наиболее близким по технической сущ-  
ности к заявляемому устройству является  
выбранное в качестве прототипа устройство  
для измерения параметров несимметрии[2],  
содержащее сходной блок, шунт, блок пре-  
образования составляющих обратной по-  
следовательности первой гармоники,  
состоящий из последовательно соединен-  
ных фильтра симметричных составляющих  
обратной последовательности, избиратель-  
ного усилителя и детектора, блок отображе-

ния сигнала, состоящего из аналого-цифрового преобразователя и отсчетного устройства, фазометра, блока управления и /силителя самописца. Входной блок подключается к трехфазной сети, шунт сключа- 5 ется последовательно D сеть, их выходы подключены к коммутатору, коммутатор выходом подключен к блоку преобразования кратной последовательное и первой гар-  
 , состоящему из фильтр.i симметрич- 10 составляющих обратной последовательности, избирательного усиления детектора, к фильтру симм гричных со-: аеляющих подключен его блоЕ коррекции, оторый в свою очередь подключен к блоку 15 правления, служащему для упр. иления ра- iотой блока коррекции, один вход блока управления подключен к фазометра, вторым чходом фазометр подключен к выходу избирательного усилителя. Выход блока преоб- 20 разователя обратной последовательности первой гармоники и выход фазог етра подключены на различные входы бло а отображения сигналов.

Таким прибором невозможно измерить 25 долевое участие при непрерывной работе потребителей, что в свою очередь влияет на точность измерения. Это объясняется тем, что любая система электроснабжения является динамичной системой, а так как мжду 30 отключенным и включенным состоянием потребителя имеется определенный промежу-ок времени, то в системе могут произойти изменения не связанные с данным потреби- 35 телем, что приводит к случайной погрешно- сти, оценить которую невозможно.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать устройство так, чтобы с определять параметры качества электро- 40 энергии при непрерывной работе потреби- телей, что позволяет определять долевое участие потребителя в ухудшении параметров несимметрии такие как: напряжение обратной последовательности, ток обратной последовательности, фазовый угол между 45 ними.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для измерения несимметрии напряжений, содержащее последовательно соединенные входной блок, первый фильтр 50 симметричных составляющих обратной последовательности и первый избирательный усилитель, последовательно соединенные первый детектор, первый аналого-цифровой преобразователь и первый отсчетный блок, 55 а также шунт и фазометр, причем выход первого избирательного усилителя соединен с входом первого детектора и первым входом фазометра, согласно изобретению, в него введены последовательно соединенные вто-

рой фильтр симметричных составляющих обратной последовательности и второй избирательный усилитель, последовательно соединенные второй детектор, второй аналого-цифровой преобразователь и второй отсчетный блок, последовательно соединенные третий аналого-цифровой преобразователь и третий отсчетный блок, причем первый, второй, третий входы шунта соединены с соответствующими входами второго фильтра симметричных составляющих обратной последовательности, выход второго избирательного усилителя подключен к входу второго детектора и второму входу фазометра, выход которого соединен с входом третьего аналого-цифрового преобразователя.

Предлагаемое устройство позволяет определять параметры несимметрии такие как: напряжение обратной последовательности ( $U_{lg}$ ) и ток обратной последовательности ( $I_{lg}$ ), а также благодаря вновь введенным блокам и связям и фазовый угол между ними ( $\angle P_2$ ).

Измерение дополнительно значение угла используют для расчета долевого участия потребителей в ухудшении несимметрии D выражении:

$$D = 1 - \quad (3)$$

где D - долевое участие;

$U_{l2}$ ,  $I_{l2}$  - напряжение и ток обратной последовательности, В, А;

$U_{ном}$  - номинальное напряжение, В;

$Экз$  - мощность короткого замыкания, В, А;

$\angle p_2$  - угол между  $L_h$  и  $I_{l2}$ .

Эта формула вытекает из формулы (1), заявленное в прототипах, которая применяется Главгосэнергонадзором СССР

(1)

Согласно ГОСТ 13109-87

$$- \frac{U_{l2}}{U_{ном}} \quad (4)$$

где  $U_{l2}$  - действительное значение напряжений обратной последовательности основной частоты 3-х фазной системы напряжений, В;

$U_{ном}$  - номинальное напряжение сети, В.

Подставив (4) в (1) и произведя математические преобразования получим:

$$D = 1 - \frac{Z_{\text{кЛ}}}{U_2} \quad (5)$$

где  $U_2^{\text{Т1сн}}$ ,  $U_2^{\text{З*п}}$  - действующее значение напряжений обратной последовательности основной частоты соответственно при отключенном и при включенном потребителе, в.

Далее составляется классическая схема электроснабжения потребителей, представлена на фиг.2. Согласно этой схеме можно составить уравнение:

$$E_0 = U_2 + I_2 + I_2 Z_{2c} \quad (6)$$

Для того, чтобы формулу (6) привести к формуле (5), необходимо левую и правую часть уравнения разделить на  $I_2$ , получится:

$$E_2/U_2 + i2Z_{2c}/U_2 \quad (7)$$

Если взять модуль от левой части, то выражение  $-i2Z_{2c}/U_2$  будет соответствовать от-

ношению  $U_2$  в формуле (5), т.е.

$$E_2 = U_2 \left( 1 + \frac{Z_{\text{кЛ}}}{U_2} \right) \quad (8)$$

Это объясняется тем, что при отключении потребителя напряжение на ГРБТ будет равно электродвижущей силе (ЭДС). Однако для того, чтобы уравнивать левую и правую часть уравнения (7), необходимо взять модуль и от правой части в этом случае выражение (7) примет вид:

$$\frac{E_2}{U_2} = 1 + \frac{Z_{2c}}{U_2} \quad (9)$$

в уравнении (9)  $Z_{2c}$  можно представить реактивным сопротивлением (X), так как в системах электроснабжения активное сопротивление (r) много меньше X, следовательно им можно пренебречь

$$Z_{2c} \approx X_{2c} \quad (10)$$

однако

$$jX_{2c} = j \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{кЗ}}} = \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{кЗ}}} e^{j90^\circ} \quad (11)$$

следовательно

(12)

Для преобразования тока и напряжения обратной последовательности ( $I_2$ ,  $U_2$ ) из векторной формы в алгебраическую строится векторная диаграмма на один из возможных случаев, которая представлена на фиг.3.

Согласно фиг.3

(13)

(14)

Подставляя - (12), (13), (14) в (8), получим:

$$E_2 = U_2 \left( 1 + \frac{I_2 Z_{\text{кЛ}}}{U_2} \right) e^{j90^\circ} \quad (15)$$

Согласно фиг.3 можно сделать вывод, что сумма углов  $\angle p$ ,  $\angle p_1$ ,  $\angle p_2$  (или  $\angle p_0$ ) всегда будет равна углу между векторами  $\vec{h}$  и  $\vec{h}_1$ , это вытекает из соображений, что изменяясь, углы  $\angle p$ ,  $\angle p_1$  и  $\angle p_2$  изменяют не только величину, но и направление знака и угол  $\angle p_1$ .

Для облегчения дальнейших преобразований обозначим

$$\frac{I_2}{U_2} = \frac{1}{Z_{\text{кЗ}}} \quad (16)$$

$E_2 < 0$  тогда

Приводится выражение под знаком модуля в тригонометрическую форму

$$= | 1 + A \cos(90^\circ) |$$

$$+ j A \sin(90^\circ + \phi) |$$

Находится модуль

Производим преобразование подкоренного выражения

$$U^2 + A^2 \sin^2 \phi + A^2 \cos^2 \phi \quad (20)$$

$$\frac{E_2 c}{U_2} = 2 A \sin \gamma - A^2 \quad (21)$$

Подставляя (16) в (21) получим:

$$I_g; \quad \frac{2 U_{ном}}{f} \quad (22)$$

Подставляя это выражение в (15) и учитывая формулу (8) получим исходную формулу(3):

$$O=1 - 1$$

Таким образом измерив данным прибором параметры несимметрии  $I_g$  и угол между ними можно определить доленое участие  $U_2$  и потребителей в ухудшении несимметрии напряжений. Параметры  $U_{ном}$ ,  $SkV$ ,  $S$  & обычно известным, либо определяются известным методом.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства. На фиг.2 изображена классическая схема электроснабжения потребителей, на схеме приняты следующие обозначения:

ГРБП - граница раздела балансовой принадлежности;

$E_2 c$ . Егп - ЭДС обратной последовательности соответственно системы и потребителя, В;

$I_2$ .  $I_2$  - напряжение и ток обратной последовательности, В, А;

На фиг.3 изображен один из возможных случаев взаиморасположения векторов и приняты следующие обозначения:

$U_1$ ,  $U_2$  - напряжения прямой и обратной последовательностей, В;

$I_1$ ,  $I_2$ -токи прямой и обратной последовательности, А;

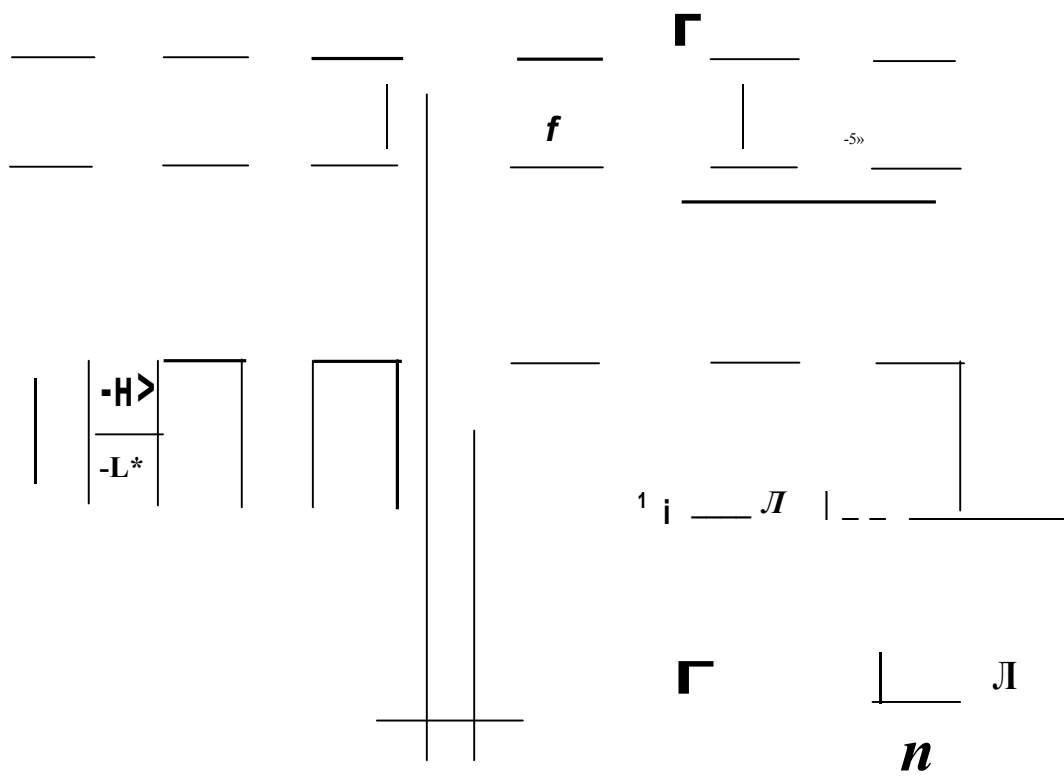
а также обозначены углы между ними.

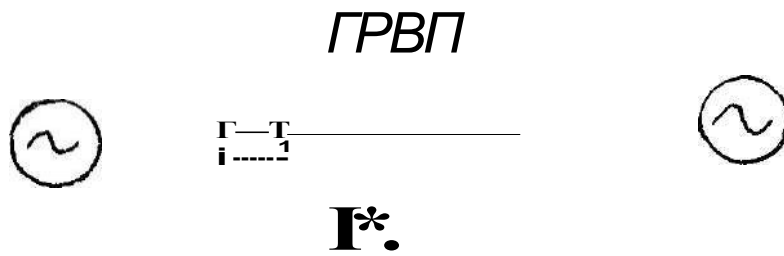
Устройство для измерения несимметрии напряжения содержит подключаемый к сети входной блок 1 и включаемый последовательно в сеть шунт 2, два блока преобразования обратной последовательности первой гармоники 3, 4, причем вход первого блока 3 подключен к выходу входного устройства, а вход второго 4 подключен к выходу шунта. Блоки 3,4 идентичны, каждый из них содержит последовательно соединенные фильтр симметричных составляющих обратной последовательности 5, выход которого подключен к выходу избирательного усилителя 6, а его выход подключен к входу детектора 7, а также к выходам блоков

6, 6. входящих в состав блоков 3, 4 входами подключен фазометр 8, выход фазометра 8 и выходы блоков 3 и 4 подключены к трем идентичным блокам 9-11 отображения сигнала, каждый из которых состоит из аналого-цифрового преобразователя 12 и отсчетного устройства 13.

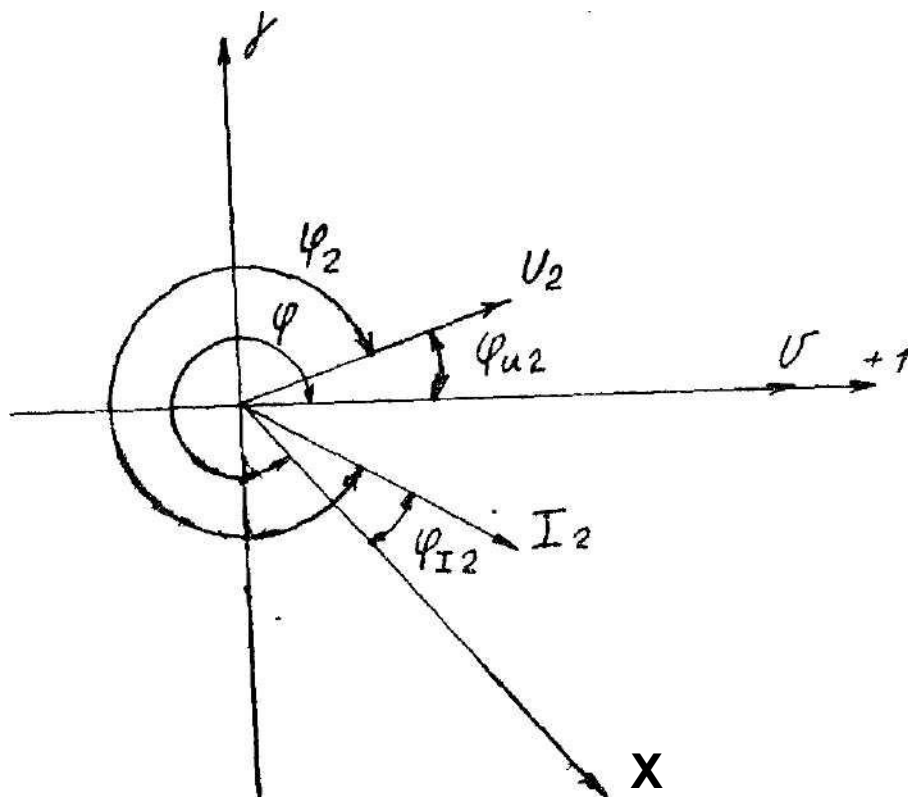
Устройство работает следующим образом: параметры трехфазного напряжения сети через входной блок 1, а параметры трехфазного тока через шунт 2 приводятся к одному уровню и подаются на блоки преобразования составляющих обратной последовательности первой гармоники 3 и 4 соответственно, на выходах этих блоков пропорционально составляющим обратной последовательности первой гармоники формируется сигнал постоянного напряжения, уровень которого пропорционален уровню этой составляющей. Блоки преобразования 3, 4 работают аналогично с выходов блоков 1 или 2 сигнал поступает на фильтр симметричных составляющих 5, где производится выделение составляющей обратной последовательности, с выхода этого блока сигнал поступает на блок 6 избирательного усилителя, где происходит выделение первой гармоники, блок 7 детектор производит преобразование сигнала переменного напряжения в сигнал постоянного напряжения, одновременно сигнал переменного напряжения с выходов блоков 6, входящих в состав блоков 3 и 4 поступает на фазометр 8, который сравнивая разницу во времени между прохождениями через нулевой уровень сигналов с обоих блоков формирует на своем выходе сигнал постоянного напряжения пропорциональный этой разнице. Сигналы постоянного напряжения с блоков 3,4, 8 подаются на соответствующие блоки 9, 10, 11 которые идентичны и каждый из них состоит из аналого-цифрового преобразователя 12, который преобразует сигнал постоянного напряжения в код, удобный для отсчета, этот код подается на отсчетное устройство 13, которое индицирует числовое значение измеряемого сигнала.

Таким образом, подключив предлагаемое устройство в сеть на ГРБП получим на выходах блоков 9-11 соответственно значения напряжения обратной последовательности ( $U_2$ ), тока обратной последовательности ( $I_2$ ) и значение фазового сдвига между ними ( $\varphi_g$ ), а зная данные параметры несимметрии можно вычислить доленое участие по приведенной ранее формуле.





. Фиг.2



Упорядник В Майер

Техред М Моргентал

Коректор А.Козорла

Замовлення 632

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
25^655. ГСП, КиГв-53. Львівська пл , 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул Гагаріна. 101