



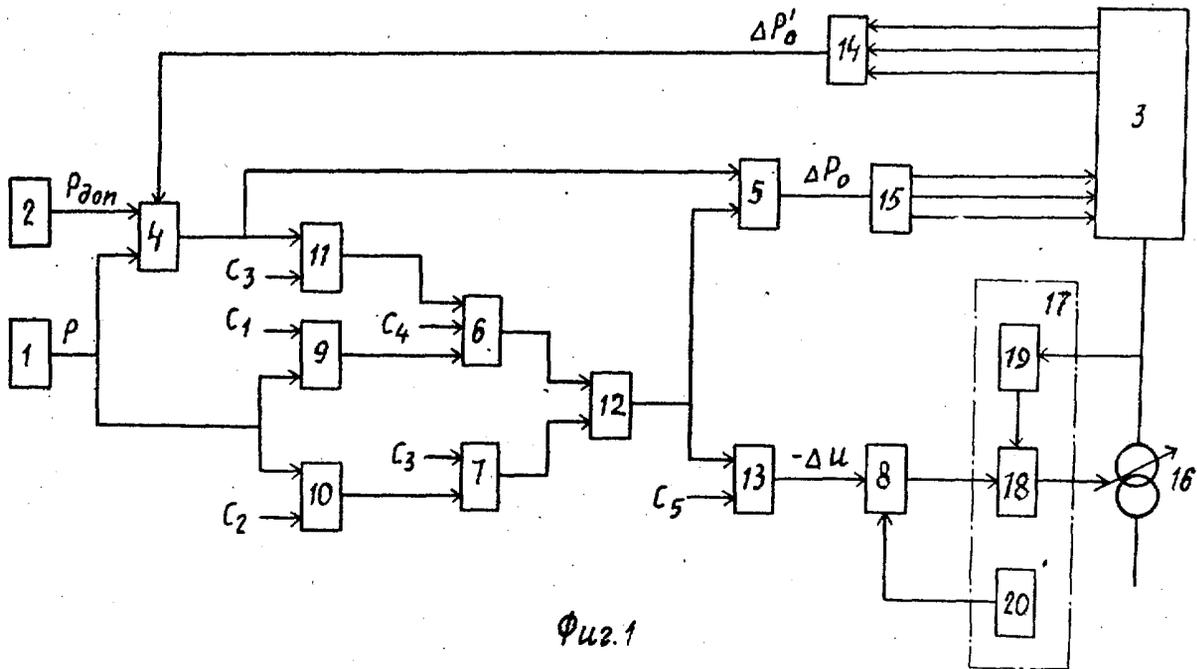
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4186320/24-07  
(22) 19.01.87  
(46) 15.04.89. Бюл. № 14  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Е.В.Калентионюк  
(53) 621.316.728(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1176415, кл. Н 02 J 13/00, 1985.  
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ  
(57) Изобретение относится к электроэнергетике, в частности к устройствам автоматического управления электрической нагрузкой. Цель изобре-

тения - повышение надежности электроснабжения потребителей. Устройство содержит автоматический регулятор напряжения под нагрузкой 17, три умножителя 9-11, пять сумматоров 4-8, два делителя 12 13, блок учета отключенной нагрузки 14. При превышении величины нагрузки заданного значения устройства формирует сигналы на снижение напряжения для уменьшения мощности или одновременно также и на отключение части нагрузки, обеспечивая при этом выполнение задания и минимума ущерба у потребителей. 2 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к электроэнергетике, в частности к устройствам автоматического управления электрической нагрузкой.

Цель изобретения - повышение надежности электроснабжения потребителей.

На фиг.1 представлено устройство, общая схема; на фиг.2 - графические зависимости удельных ущербов потребителей.

Устройство состоит из датчика 1 и задатчика 2 активной нагрузки 3, сумматоров 4-8, умножителей 9-11, делителей 12 и 13, блока 14 учета отключенной нагрузки, исполнительного органа 15 отключения нагрузки, трансформатора 16 с регулятором 17 напряжения, содержащим блок 18 автоматического регулирования, датчик 19 и задатчик 20 напряжения.

Выход датчика 1 нагрузки подключен к одним из выходов сумматора 4 и умножителей 9 и 10. Второй вход сумматора 4 подключен к выходу задатчика 2 нагрузки, а третий вход - к выходу блока 14 учета отключенной нагрузки. Выход сумматора 4 подключен к одному из входов умножителя 11 и сумматора 5. Выходы умножителей 9 и 11 подключены к входам сумматора 6. Последовательно соединенные умножитель 10, сумматор 7, делители 12 и 13, сумматор 8 подсоединены к одному из входов блока 18 регулятора 17 напряжения, второй вход которого соединен с датчиком 19 напряжения. Блок 18 осуществляет регулирование напряжения вторичной обмотки трансформатора 16, питающего нагрузку 3. Второй вход сумматора 8 подключен к задатчику 20 напряжения. Выход сумматора 6 соединен с вторым входом делителя 12, выход которого подключен к второму входу сумматора 5. Вход исполнительного органа 15 отключения нагрузки подключен к выходу сумматора 5. Орган 15 отключения осуществляет управление приводами нагрузки 3, информация об отключении которой поступает в блок 14 учета. На вторые входы умножителей 9-11, сумматора 7, делителя 13 и третий вход сумматора 6 подаются постоянные сигналы  $C_1, \dots, C_5$ .

Устройство работает следующим образом.

В нормальных режимах работы энергосистемы или работы потребителей

не в часы максимума нагрузки энергосистемы, величина потребляемой активной мощности  $P$  нагрузки 3 как правило не превышает предельно допустимой  $P_{доп}$ , поступающей с задатчика 1. В этом случае на выходе делителя 13 нет управляющего сигнала и регулятор 17 осуществляет управление уровнем напряжения у потребителя в соответствии с заданным значением  $U_3$ , определяемым задатчиком 20 напряжения. Поскольку на вход органа 15 не поступает положительного управляющего сигнала, то отключение потребителей не происходит.

При превышении активной мощности нагрузки предельно допустимой величины  $P > P_{доп}$  устройство должно устранить возникший дефицит мощности

$$\Delta P_{деф} = P - P_{доп}, \quad (1)$$

т.е. выполнить условие при минимальном ущербе для потребителей

$$Y = Y_1(\Delta U) + Y_2(\Delta P_0) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $Y_1(\Delta U)$  - ущерб у потребителей от снижения напряжения на величину  $\Delta U$ .

$Y_2(\Delta P_0)$  - ущерб у потребителей от отключения части нагрузки  $\Delta P_0$ .

Для значительной части нагрузок составляющие ущерба (2) можно оценить по формулам

$$Y_1(\Delta U) = P(a_0 + a_1 \Delta U + a_2 \Delta U^2); \quad (3)$$

$$Y_2(\Delta P_0) = b_0 + b_1 \Delta P_0 + b_2 \Delta P_0^2; \quad (4)$$

где  $a_0, a_1, \dots, b_2$  - коэффициенты, учитывающие ущерб от внезапности снижения напряжения и отключения нагрузки, величины ее отключения и глубины снижения напряжения.

Взаимосвязь величины снижения напряжения  $\Delta U$  и уменьшения при этом активной мощности нагрузки  $\Delta P_u$  определяется уравнением

$$\Delta U = \Delta P_u / K_u, \quad (5)$$

где  $K_u$  - регулирующий эффект нагрузки по напряжению.

Поскольку величина дефицита мощности  $\Delta P_{деф}$  может быть устранена путем отключения части нагрузки  $\Delta P_0$  и снижения напряжения, то необходимый объем отключаемых потребителей определяется из уравнения

$$\Delta P_0 = \Delta P_{деф} - \Delta P_u \dots \quad (6)$$

Подставляя уравнение (5) в (3), а формулы (4) и (5) в (2), минимизируя которое с учетом (7), находим оптимальную величину уменьшения нагрузки путем снижения напряжения

$$\Delta P_{\text{н}} = \frac{b_1 + 2b_2 \Delta P_{\text{деф}} - P \frac{a_1}{K_{\text{н}}}}{2b_2 + 2P \frac{a_2}{K_{\text{н}}}} =$$

$$= \frac{C_4 + C_3 \Delta P_{\text{деф}} - C_1 P}{C_3 + C_2 P}$$

где  $C_1 = \frac{a_1}{K_{\text{н}}}$ ;  $C_2 = \frac{2a_2}{K_{\text{н}}}$ ;  $C_3 = 2b_2$ ;  $C_4 = b_1$ .

Таким образом, если активная мощность нагрузки в каком-либо режиме станет больше предельно допустимой величины  $P > P_{\text{доп}}$ , то на выходе сумматора 4 появляется сигнал, пропорциональный возникшему дефициту мощности  $\Delta P_{\text{деф}}$ . Умножение этой величины на постоянный сигнал  $C_3$  в множителе 11, а затем суммирование полученной величины в сумматоре 6 с постоянным сигналом  $C_4$  и сигналом, пропорциональным величине  $(-C_1 P)$ , дает сигнал, равный  $C_4 + C_3 \Delta P_{\text{деф}} - C_1 P$ . Деление данного сигнала в делителе 12 на величину  $C_3 + C_2 P$ , полученную путем умножения  $C_2$  на  $P$  в множителе 10 и суммирование в сумматоре 7 с сигналом  $C_3$ , дает значение сигнала, пропорционального оптимальной величине уменьшения нагрузки путем снижения напряжения  $\Delta P_{\text{н}}$ . Делитель 8 в соответствии с уравнением (5) осуществляет операцию деления на сигнал  $C_5 = -K_{\text{н}}$  и на выходе делителя 13 появляется сигнал, пропорциональный величине уменьшения напряжения  $-\Delta U$ . Поэтому на вход блока автоматического регулирования с сумматора 10 поступает новое заданное значение напряжения  $U_{3\text{н}} = U_3 - \Delta U$ , в соответствии с которым регулятор 9 снижает уровень напряжения у потребителей на величину  $\Delta U$ , тем самым уменьшая мощность потребителей на величину  $\Delta P_{\text{н}}$ . Если этой величины не достаточно для ликвидации возникшего дефицита мощности  $\Delta P_{\text{деф}}$ , то сумматор 5 в соответствии с уравнением (6) осуществляет определение необходимой величины отключения нагрузки  $\Delta P_0$ . Полученный сигнал с сумматора 5 поступает в орган 15, который отключает нагрузку на величину  $\Delta P_0$ . Блок 14 осуществляет учет отключенной нагрузки для получения сумматором 4 информации о величине фактического дефицита мощности для нагрузки 3, при выполнении условия (1) путем воздействия устройства на

отключение части потребителей и снижения уровня напряжения.

Графические зависимости фиг. 2 работы устройства, имеют следующие обозначения: а - удельный ущерб потребителей при снижении напряжения; б - удельный ущерб потребителей при отключении нагрузки; с - общий удельный ущерб потребителей при снижении напряжения и отключении нагрузки.

При величине дефицита мощности  $\Delta P_{\text{деф}}$ , уменьшение активной мощности нагрузки устройство осуществляет только путем снижения напряжения, что приводит к уменьшению мощности  $\Delta P_{\text{н}1} = \Delta P_{\text{деф}1}$ . При величине дефицита мощности  $\Delta P_{\text{деф}2}$  устройство дает управляющие сигналы на отключение нагрузки на величину  $\Delta P_{02}$  и снижение напряжения, что приводит к уменьшению мощности на величину  $\Delta P_{\text{н}2}$ . Тем самым ликвидируется возникший дефицит мощности  $\Delta P_{\text{деф}2} = \Delta P_{02} + \Delta P_{\text{н}2}$ . Как в первом, так и во втором режиме ограничения мощности обеспечивает минимум ущерба у потребителей.

Таким образом, предлагаемое устройство за счет снижения напряжения у потребителей в режимах ограничения их мощности позволяет уменьшить количество отключаемой нагрузки и тем самым повысить надежность электроснабжения потребителей.

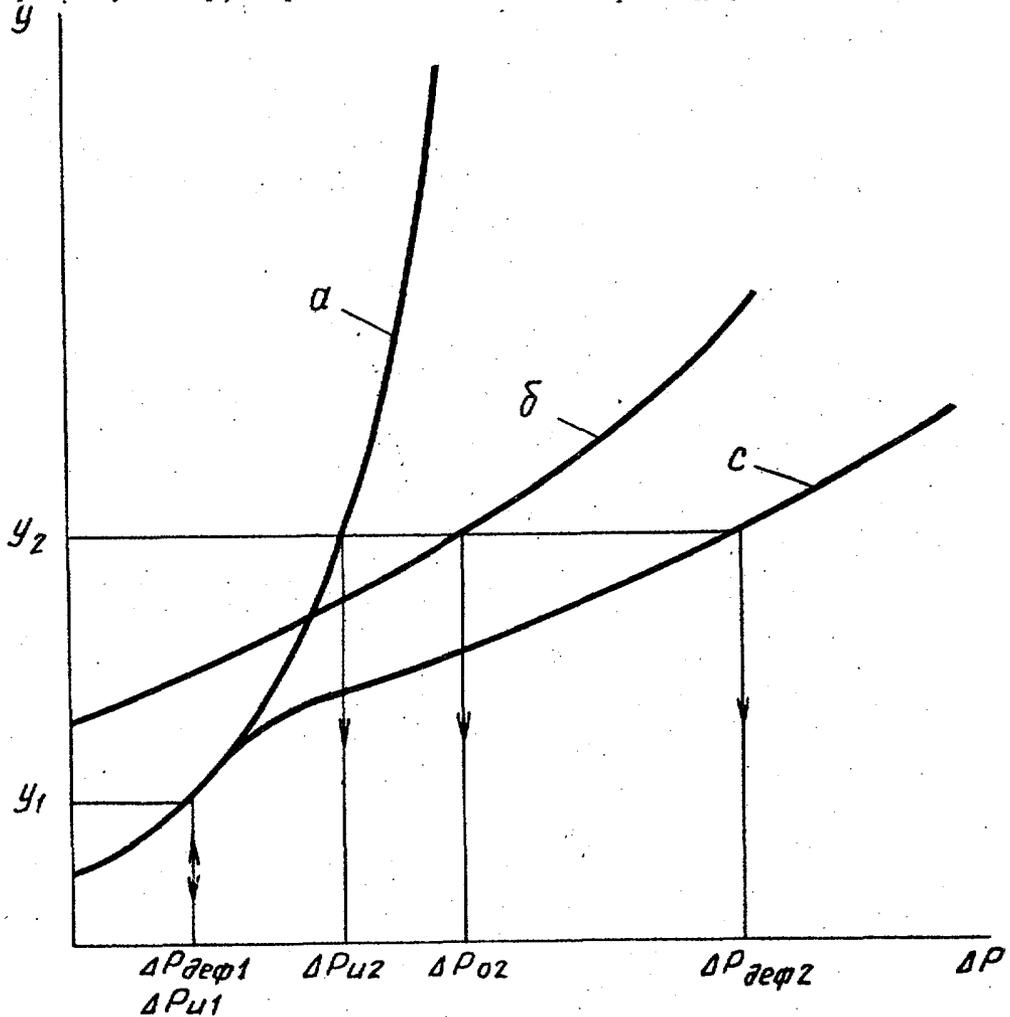
Предлагаемое устройство может быть выполнено из разработанных и изготовленных блоков, элементов и датчиков, в том числе блок учета отключенной нагрузки, представляющий собой набор регистров памяти.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для управления нагрузкой трансформаторной подстанции, содержащее датчик и задатчик нагрузки, исполнительный орган отключения нагрузки, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности электроснабжения потребителей, оно снабжено автоматическим регулятором напряжения под нагрузкой, соединяющим блок автоматического регулирования, задатчик напряжения, датчик напряжения, пять сумматорами, тремя множителями, двумя делителями, блоком учета отключенной нагрузки, источниками постоянного сигнала, причем дат-

чик напряжения подключен к входу блока автоматического регулирования, выход датчика нагрузки подключен к первым выходам первого сумматора, первого и второго умножителя, второй вход первого сумматора подключен к выходу задатчика нагрузки, а третий вход - к выходу блока учета отключенной нагрузки, выход первого сумматора подключен к первым входам третьего умножителя и второго сумматора, выходы первого и третьего умножителей подключены к входам третьего сумматора соответственно, последовательно соединенные второй умножитель, четвертый сумматор, первый и

второй делители, пятый сумматор подключены к второму входу блока автоматического регулирования, выход третьего сумматора соединен с вторым входом первого делителя, выход которого подключен к второму входу второго сумматора, вход исполнительного органа отключения нагрузки подключен к выходу второго сумматора, к вторым входам умножителей, четвертого сумматора и второго делителя, и к третьему входу третьего сумматора подключены источники постоянного сигнала соответственно, к второму входу пятого сумматора подключен выход задатчика напряжения.



Фиг. 2

Составитель О.Наказная

Редактор М.Недолуженко

Техред М.Дидык

Корректор С.Черни

Заказ 1721/53

Тираж 605

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101