

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

В. В. ЛИТВАК, В. В. ПРОКОПЧИК, В. М. МАКАРОВ

(Представлена научным семинаром кафедры  
электрических систем и сетей)

В связи с введением в 1967 г. нового тарифа на электрическую энергию основная ставка двухставочного тарифа за электрическую энергию промышленных потребителей с годовым максимумом нагрузки не ниже 500 *квт* исчисляется по величине заявленной потребителем мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы.

Однако введение этой экономически эффективной системы оплаты за электроэнергию, направленной на выравнивание графика нагрузки энергосистемы, не дает ожидаемого эффекта, так как у энергоснабжающих организаций практически отсутствуют приборы контроля заявленной мощности.

Следует отметить, что, начиная с 1969 г., для периодического контроля заявленной мощности предприятий стали применять специальные электросчетчики активной энергии, снабженные указателем максимальной мощности, усредненной за 15 или 30 *мин.* [1].

Однако ряд недостатков этих счетчиков ставит под сомнение необходимость их широкого внедрения на предприятиях. В частности, указатель максимума этих счетчиков имеет время возврата в исходное состояние около 9 *сек.* Возврат требуется при переходе от одного интервала измерения к другому. Это приводит к значительным погрешностям измерения, особенно при включении электросчетчика через трансформаторы тока и напряжения с большими коэффициентами трансформации. Кроме того, используемые для управления электросчетчиком контактные часы имеют низкую точность хода и низкую точность срабатывания по шкале уставок. Немаловажным является также и то обстоятельство, что замена обычных счетчиков на счетчики с фиксацией максимума, выпускаемые в ВНР и не выпускаемые отечественной промышленностью, влечет за собой значительные затраты.

Для периодических измерений величины заявленной мощности целесообразно использовать имеющиеся у потребителей расчетные счетчики электрической энергии. Для этой цели разработано устройство, среднее значение нагрузки, с помощью которого определяется как отношение измеренного за желаемый интервал времени числа оборотов диска счетчика электрической энергии к длительности этого интервала. Для счетчиков прямого включения это запишется следующим образом:

$$P_{\text{ср}} = \frac{N}{K \cdot t}, \text{ квт},$$

где  $N$  — число оборотов диска за интервал времени  $t$ ;  
 $K$  — постоянная счетчика, *об/квт ч.*

Число оборотов диска счетчика определяется с помощью фотореле, что не требует отключения счетчика от сети или внедрения в его корпус. Фотореле (рис. 1) выполнено в виде приставки к расчетному счетчику и реагирует на перемещение красной метки диска.

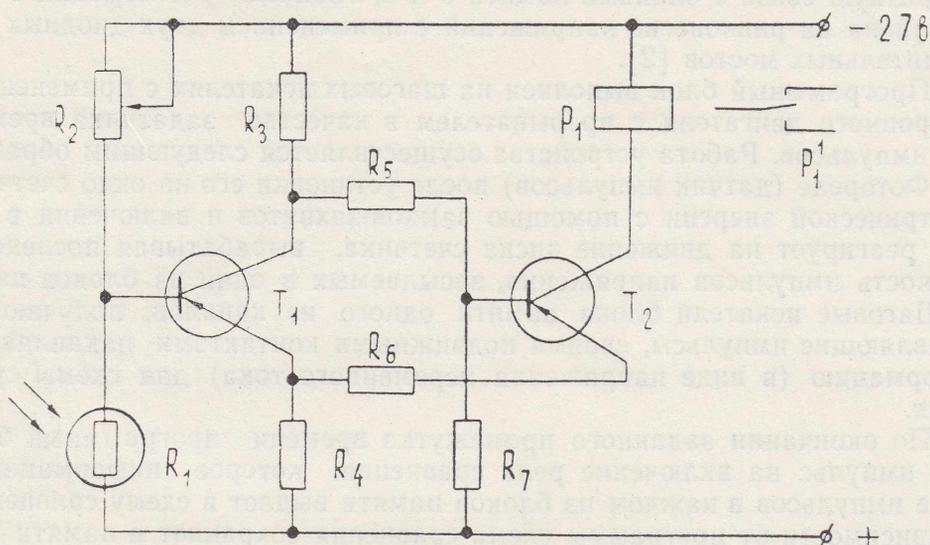


Рис. 1. Принципиальная схема датчика импульсов.  $T_1$  и  $T_2$  — транзисторы типа МП26;  $R_1$  — фотосопротивление типа ФСК-III или ФС-3А;  $R_2 \div R_7$  — резисторы соответственно 100; 1,2; 0,27; 1; 0,056; 1,8 ком;  $P_1$  — реле типа РЭС-10, паспорт РС4.524.302

Устройство состоит из нескольких функциональных блоков (рис. 2). Датчик импульсов (фотореле) 1 имеет электрическую связь с блоками памяти 3 и 5 I-го и II-го каналов. Блок памяти каждого канала выполнен на трех шаговых искателях типа ШИ-11, что позволяет запомнить 999 импульсов без сброса показаний. Каждой сотне импульсов в блоках памяти соответствует 5 вольт, а 10 импульсам — 0,5 вольта.

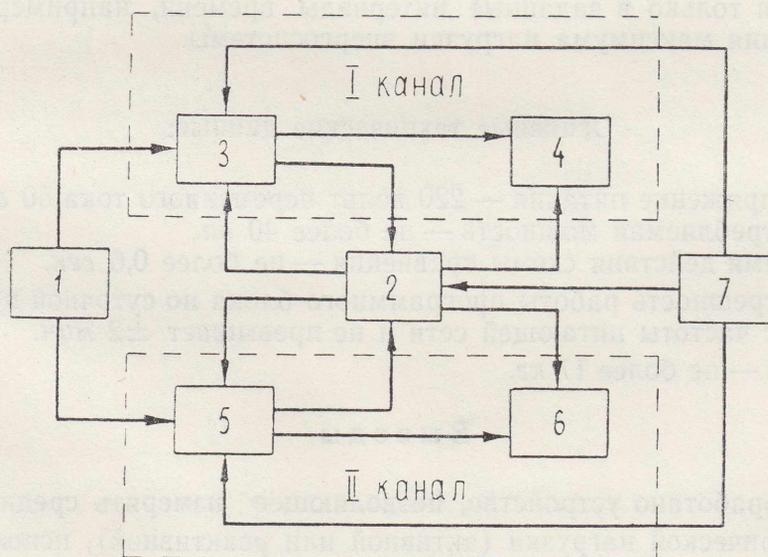


Рис. 2. Блок-схема устройства: 1 — датчик импульсов; 2 — схема сравнения двух переменных величин; 3 и 5 — блоки памяти соответственно I-го и II-го каналов; 4 и 6 — блоки регистрации соответственно I-го и II-го каналов; 7 — программный блок

Блоки регистрации 4 и 6 соответственно I-го и II-го каналов представляют собой многоразрядные электроимпульсные счетчики, количество разрядов которых соответствует количеству разрядов в блоках памяти 3 и 5. Схема сравнения 2 двух переменных величин имеет прямую и обратную связь с блоками памяти 3 и 5, блоками регистрации 4 и 6, выполнена на равновесие напряжений с применением двух диодных выпрямительных мостов [2].

Программный блок выполнен на шаговых искателях с применением синхронного двигателя с прерывателем в качестве задатчика временных импульсов. Работа устройства осуществляется следующим образом.

Фотореле (датчик импульсов) после установки его на окно счетчика электрической энергии с помощью замков-захватов и включения в работу реагирует на движение диска счетчика, вырабатывая последовательность импульсов напряжения, засылаемых в один из блоков памяти. Шаговые искатели блока памяти одного из каналов, получающие управляющие импульсы, своими подвижными контактами накапливают информацию (в виде напряжения переменного тока) для схемы сравнения.

По окончании заданного промежутка времени программный блок дает импульс на включение реле сравнения, которое информацию о числе импульсов в каждом из блоков памяти выдает в схему сравнения. В зависимости от программы схема сравнения сохраняет в памяти устройства большее или меньшее значение числа импульсов из двух записанных в блоках памяти по I и II каналу, а информацию другого канала стирает, освобождая этот канал для приема информации в следующем интервале времени.

Задавая уставку программного блока 15 или 30 мин. (или другую) весь период времени обследования автоматически разбивается на заданные интервалы. При этом устройство само выбирает из всех полученных значений максимальное или минимальное среднее значение мощности нагрузки в зависимости от программы, заданной схеме сравнения, т. е. дает средневзвешенный максимум или минимум нагрузки за исследуемый период времени.

Кроме того, программному блоку можно задавать программу включения устройства в работу в течение суток. Тогда устройство будет включаться только в заданные интервалы времени, например, в часы прохождения максимума нагрузки энергосистемы.

#### Основные технические данные:

1. Напряжение питания — 220 вольт переменного тока 50 *гц*.
2. Потребляемая мощность — не более 40 *ва*.
3. Время действия схемы сравнения — не более 0,6 *сек*.
4. Погрешность работы программного блока по суточной программе зависит от частоты питающей сети и не превышает  $\pm 2$  *мин*.
5. Вес — не более 17 *кг*.

#### Выводы

1. Разработано устройство, позволяющее измерять среднее значение электрической нагрузки (активной или реактивной), использующее для этого имеющиеся у потребителей расчетные счетчики электрической энергии или счетчики технического учета без какого-либо изменения их конструкции. Погрешность измерения зависит только от класса точности установленного электросчетчика.

2. При наличии нескольких комплектов таких измерительных устройств энергоснабжающая организация может вести систематический контроль за величиной заявленной мощности на большом числе предприятий.

Опытная эксплуатация устройства показала высокую точность его работы, простоту обслуживания и возможность его промышленной эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Михалков. Учет активной энергии счетчиками с указанием максимума нагрузки. «Промышленная энергетика», 1970, № 7.
2. В. Л. Фабрикант. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики. «Высшая школа», 1968.