

Изобретение относится к электроизмерительной технике, конкретно к устройствам для измерения электрической энергии постоянного тока на электрифицированном транспорте, в промышленных электроустановках и электрических сетях высокого напряжения постоянного тока энергетических систем.

Известно устройство для измерения электрической энергии, содержащее преобразователь мощности в частоту импульсов, соединенный последовательно со счетчиком импульсов и регистрирующим блоком. Устройство содержит также измеритель периода следования импульсов, шифратор и накапливающий сумматор, причем вход измерителя следования импульсов подключен к выходу преобразователя мощности в частоту импульсов, выход - к входу шифратора, выход которого соединен с входом накапливающего сумматора, управляющий вход которого подключен к выходу счетчика, а выход - к устанавливающему входу счетчика. Данное устройство является наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности и выбрано автором в качестве прототипа.

Устройство имеет ограниченные функциональные возможности по рабочему напряжению контролируемой высокопотенциальной электрической сети. Счетчик не применим в широком диапазоне напряжений и не обеспечивает надежную безопасность для обслуживающего персонала.

В основу изобретения поставлена задача: усовершенствовать счетчик электрической энергии постоянного тока путем дополнения его такими элементами, связанными с другими блоками таким образом, чтобы стало возможным разнести в пространстве узлы слаботочных измерительных цепей и узлы с высоким потенциалом силовой цепи, не снизив при этом точности измерения, что позволит применять счетчик для практически неограниченного диапазона напряжений контролируемой энергосети, обеспечив надежную защиту обслуживающего счетчик технического персонала.

Сущность изобретения состоит в том, что счетчик электрической энергии постоянного тока, содержащий преобразователь мощности в частоту импульсов и счетчик импульсов, подключенный своим выходом к входу регистрирующего блока, дополнительно содержит оптронно-импульсный блок гальванической развязки, подключенный своим входом к выходу преобразователя мощности в частоту импульсов, а своим выходом - к входу счетчика импульсов, причем оптический канал, соединяющий светоизлучающий и фотопреобразовательный узлы оптронно-импульсного блока гальванической развязки, образован гибким стекловолоконным световодом.

Общими с прототипом существенными признаками изобретения являются:

- преобразователь мощности в частоту импульсов;
- счетчик импульсов;
- регистрирующий блок, подключенный своим входом к выходу счетчика импульсов.

Отличительными от прототипа существенными признаками изобретения являются:

- оптронно-импульсный блок гальванической развязки, подключенный своим входом к выходу преобразователя мощности в частоту импульсов, а своим выходом - к входу счетчика импульсов;
- оптический канал, соединяющий светоизлучающий и фотопреобразовательный узлы оптронно-импульсного блока гальванической развязки, образован гибким стекловолоконным световодом.

Приведенные отличительные признаки являются достаточными для всех случаев, на которые распространяется область применения изобретения.

Введение в счетчик оптронно-импульсного блока гальванической развязки с оптическим каналом, соединяющим светоизлучающий и фотопреобразовательный узлы блока, в виде гибкого стекловолоконного световода позволяет путем выбора необходимой длины световода для данного напряжения в электросети обеспечить требуемый безопасный минимум напряжения в измерительных слаботочных цепях, а также разнести в пространстве узлы слаботочных измерительных цепей и узлы, находящиеся под высоким потенциалом силовой электроцепи, что повышает безопасность измерения.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 приведена структурная схема счетчика, на фиг.2 - функциональная схема счетчика.

Счетчик электрической энергии постоянного тока состоит из соединенных последовательно преобразователя мощности в частоту 1, оптронно-импульсного блока гальванической развязки 2, счетчика импульсов 3 и регистрирующего блока 4.

Преобразователь мощности в частоту 1 включает в себя соединенные последовательно масштабный усилитель 5, четырехквадрантный перемножитель на основе логарифмирующих транзисторных пар 6, преобразователь "напряжение - частота" 7.

Оптронно-импульсный блок гальванической развязки входных и выходных сигналов 2 состоит из транзисторного ключа 8, светоизлучающего диода 9 в его коллекторной цепи, связанного гибким световолоконным световодом 10 с фотодиодом 11, и быстродействующего компаратора напряжения 12 для формирования числоимпульсной последовательности, соединенного с интегрирующим счетчиком импульсов 3, выход которого подключен к входу регистрирующего блока 4.

Счетчик электрической энергии постоянного тока работает следующим образом.

Электрический сигнал $\Delta U_1 = f(I_n)$, являющийся функцией тока силовой электроцепи подается на первый вход преобразователя мощности в частоту 1 и после усиления в нем масштабным усилителем 5 поступает на один из входов четырехквадрантного перемножителя 6, а на второй вход перемножителя, являющегося одновременно вторым входом преобразователя мощности в частоту 1, подается электрический сигнал $\Delta U_2 = f(U_n)$, являющийся функцией напряжения силовой электроцепи. Произведение входных сигналов тока и напряжения $\Delta U_3 = U_1 \cdot \Delta U_2$, являющееся функцией потребляемой мощности $\Delta U_3 = f(P)$, с выхода четырехквадрантного перемножителя 6 подается на вход прецизионного преобразователя "напряжение - частота" 7, с выхода которого снимается частота импульсов, преобразуемая в оптронно-импульсном блоке гальванической развязки 2 в числоимпульсную последовательность, которая интегрируется в счетчике импульсов 3 и отражается в виде функции электрической энергии в регистрирующем блоке 4.

Наличие оптического канала в виде гибкого стекловолоконного световода 10 в оптронно-импульсном блоке 2 позволяет гальванически развязать находящийся под высоким потенциалом силовой цепи

преобразователь мощности в частоту 1 и светоизлучающий узел на основе транзисторного ключа 8 и светодиода инфракрасного излучения 9 от слаботочных измерительных цепей фотопреобразовательного узла на основе фотодиода 11 и быстродействующего компаратора напряжения 12, интегрирующего счетчика импульсов 3 и регистрирующего блока 4, не представляющих опасности для персонала.

Счетчик электрической энергии постоянного тока компактен (состоит из двух малогабаритных микронных плат, соединенных гибким стекловолоконным световодом), прост в настройке, так как необходима только установка требуемого коэффициента масштабного усиления преобразователя мощности в частоту по заданным параметрам тока и напряжения силовой электросети. Применение в счетчике в качестве оптического канала стекловолоконного световода требуемой длины позволяет использовать его практически без ограничения уровня напряжения гальванической развязки при высокой безопасности измерения.

Введение в схему счетчика дополнительного преобразования не вносит искажений в результаты измерений, так как в оптронно-импульсном блоке измерительные сигналы, являющиеся функцией электрической энергии, имеют цифровую форму сообщения.

Таким образом, введение в схему счетчика электрической энергии постоянного тока оптронно-импульсного блока гальванической развязки позволяет расширить его функциональные возможности за счет расширения диапазона рабочего напряжения и повысить безопасность измерения. Кроме того, в предлагаемом счетчике требуется точность измерения, оцениваемая в целом величиной погрешности лучше 0,15%, достигается минимально возможными погрешностями в функциональных узлах основного преобразовательного блока - преобразователя мощности в частоту. Так, погрешность четырехквadrантного перемножителя на основе логарифмирующих транзисторных пар, реализующих алгоритм умножения

$$U_{\text{вых}} = \frac{(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2)}{10} + Z_2$$
 (где слагаемое $Z_2 \rightarrow 0$ - выходное напряжение смещения нуля), имеют погрешность, не превышающую 0,1% (Алексеев А.Г. и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем. М., "Радио и связь", 1985, с.95), а преобразователь "напряжение - частота" имеет погрешность линейности преобразования, не превышающую 0,1% (Федорков Б.Г. и др. Микронные цифровые аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, "Электроника", вып.41., М., "Радио и связь", 1984, с.89).

Экспериментальные образцы счетчиков электроэнергии постоянного тока прошли испытания и приняты в эксплуатацию на подвижном составе и тяговых подстанциях городского электротранспорта в г.Донецке и г.Макеевке.

