

УПРОЩЕННИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЧАСТОТУ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Орловский И.В.
ОАО "Харьковская ТЭЦ-5",
Украина, 62371, пос. Подворки, Дергачевский р-н, Харьковская обл.
тел. (0572) 20-50-50

Приведена схема і опис роботи перетворювача активної потужності в частоту. Перетворювач призначений для роботи у складі систем автоматизованого обліку електроенергії. В порівнянні з відомими перетворювачами, його конструкція спрощена за рахунок того, що частина функцій передана цій системі.

Приведена схема и описание работы преобразователя активной мощности в частоту. Преобразователь предназначен для работы в составе систем автоматизированного учета электроэнергии. По сравнению с известными преобразователями, его конструкция упрощена за счет того, что часть функций передана этой системе.

ВВЕДЕНИЕ

Существующее состояние энергетики Украины требует повышения точности учета электрической энергии при ее выработке и потреблении [1]. Измерение потребляемой электроэнергии с учетом множества параметров осуществляется с помощью многофункциональных автоматизированных систем учета. В последние годы получили широкое распространение информационно-измерительные системы учета электроэнергии, а также системы телеизмерения активной, реактивной и полной мощности с возможностью измерения среднеквадратических значений напряжений и токов фаз трех- и четырехпроводных трехфазных сетей. Используемые в этих системах электронные счетчики электрической энергии обладают рядом достоинств: высокой точностью, высокой технологичностью, простотой настройки и калибровки, малым собственным потреблением энергии. Существующие счетчики электроэнергии [2 – 5] имеют широкие функциональные возможности. К ним относятся: многотарифность, учет прямого и обратного потоков электроэнергии, совмещение в одном приборе активного и реактивного счетчика, простота передачи данных для информационно-измерительных и централизованных систем учета, накопление и хранение данных за заданный интервал времени, возможность построения графиков нагрузки, измерение характеристик контролируемой сети (тока, напряжения, коэффициента мощности, частоты). Для одиночных удаленных точек учета электроэнергии такая многофункциональность оправдана. Если же точки учета электроэнергии территориально расположены компактно, имеет смысл упростить счетчики электрической энергии, передав часть их функций системе информационно-измерительной системе учета электроэнергии. Такая ситуация характерна для технического учета. В этом случае конструкцию преобразователей можно упростить, передавая функции начала отсчета, счета времени и хранения информации при исчезновении питания информационно-измерительной системе. По такому пути пошла фирма Landis & Gyr (Швейцария), выпустив счетчик ZMB405/410СТ116 для телеизмерения. Счетчик имеет такие же технические данные, что и рабочие счетчики ZMB405/410, но не сохраняет информацию, а передает ее на центральную станцию системы.

Целью данной работы является разработка упрощенного преобразователя активной мощности в частоту, предназначенного для технического учета электроэнергии на станциях Украины.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЮ

Используя опыт разработки двухэлементного преобразователя на основе однофазного преобразователя ADE7755 [2, 6] и возрастающие возможности интегральных преобразователей, в настоящей работе предложен преобразователь, способный эффективно работать с современными системами измерения.

В организации технических измерений задействованы измерительные средства отпуска тепла и расхода газа, передача данных измерений от которых осуществляется посредством блоков I-7000. Их питание осуществляется от блоков типа ВВС 10-30 вольт. В этой связи блоки питания разрабатываемого преобразователя должны быть совместимы.

Основное назначение преобразователя – технические измерения в схемах собственных нужд энергетических объектов. Такие измерения предполагают использование большого числа первичных датчиков, подключенных к одному измерительному трансформатору напряжения. Для уменьшения нагрузки на измерительную сеть питания преобразователя должно осуществляться от дополнительного низковольтного источника. Его стабильность обеспечивается внутренним стабилизатором, аналогично модулям дискретного и аналогового ввода фирмы преобразователей ICP DAS, LAGICON и им аналогичных, которые используются для измерения различных параметров технологических процессов.

Основные технические требования к разрабатываемому преобразователю:

- возможность измерения активной, реактивной и полной мощности фаз трех- и четырехпроводных трехфазных цепей;
- измерение среднеквадратических величин токов и напряжений фаз;
- определение знака измеряемой мощности в каждой из фаз;
- измерение частоты напряжения цепи;
- измерение температуры кристалла;
- контроль допустимых величин напряжений

(фиксацию выхода параметров напряжений за установленные пределы);

– изменение алгоритма вычисления мощности для различных схем включения;

– возможность программирования порога срабатывания преобразователя.

Разработка требований к функциональным возможностям преобразователя осуществлялась с учетом

требований энергоснабжающей организации к средствам учета, сформировавшимся на основе опыта эксплуатации счетчиков электроэнергии [7].

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

На рис. 1 приведена функциональная схема разработанного преобразователя сигнала в частоту.

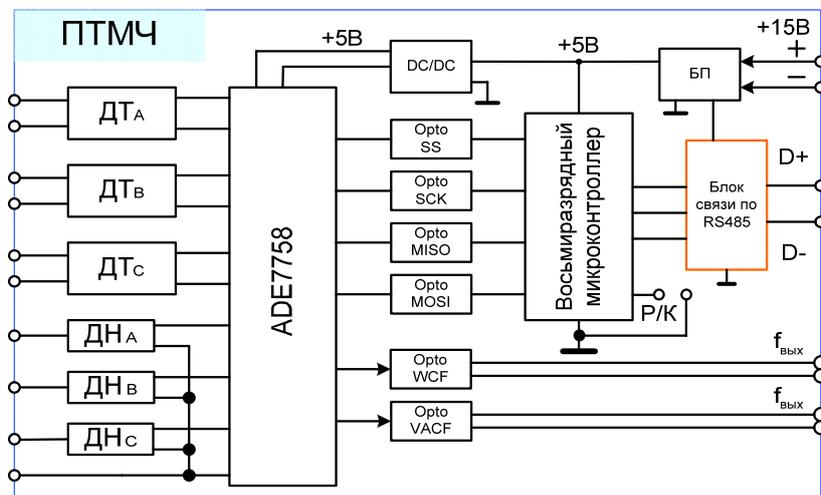


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя

На схеме использованы следующие обозначения:

ПТМЧ – преобразователь мощности в частоту;

DT_A, DT_B, DT_C – датчики тока соответственно фаз А, В, С;

DN_A, DN_B, DN_C – датчики напряжения соответственно фаз А, В, С;

БП – блок питания;

ADE7758 – трехфазный интегральный преобразователь мощности в частоту фирмы ANALOG DEVICES;

$f_{\text{вых}}$ – частотные выходы преобразователя, используемые при поверке;

OptoWCF, OptoVACF – оптоэлектронные преобразователи, предназначенные для гальванической развязки цепей при поверке;

RS485 – блок для передачи данных в информационно-измерительную систему;

DC/DC – преобразователь постоянного тока;

Opto SCK, OptoMISO, OptoMOSI, SS – оптоэлектронные преобразователи сигналов;

Все настройки масштабных коэффициентов, вплоть до коррекции фазового сдвига при измерении активной мощности, выполняются цифровым способом. Это полностью исключает наличие подстроечных резисторов и позволяет в максимальной степени автоматизировать процесс настройки датчиков.

Среднеквадратические вычисления производятся одновременно для шести аналоговых входных каналов от датчиков токов и напряжений трех фаз [6].

Схема предусматривает два режима:

– режим настройки (поверки и настройки);

– режим измерения.

Режим настройки. Для калибровки и поверки в преобразователе предусмотрены два оптически развязанных частотных выхода. Один из них (OptoWCF) – по активной мощности, а второй (OptoVACF), переключаемый – может быть подключен к выходу реак-

тивной либо полной мощности.

Для передачи данных в информационно измерительную систему предусмотрен канал связи на основе RS485. Обмен данными происходит по протоколу, аналогичному MODBUS.

Режим измерения. Измерение всех параметров осуществляется интегральным преобразователем мощности, разработанным фирмой ANALOG DEVICES специально для использования в схемах измерения расхода электроэнергии. Дополнительные возможности измерений направлены на контроль качества. Контроллер устройства обеспечивает хранение параметров настройки и обеспечивает связь между ADE7758 и блоков питания типа BBC как в режиме калибровки, так и в режиме измерения.

Гальваническая развязка токовых цепей осуществляется датчиками тока (DT_A, DT_B, DT_C), выполненными в виде трансформаторов тока с магнитными системами из аморфного железа. По цепям напряжения измерительная часть схемы электрически связана с измерительной сетью посредством датчиков – делителей напряжения (DN_A, DN_B, DN_C). Для гальванического разделения цепей измерения с цепями, обеспечивающими связь, применена оптоэлектронная развязка на быстродействующих оптронах (Opto SCK, OptoMISO, OptoMOSI и SS). Настройка масштабных коэффициентов и управление режимом работы осуществляется цифровым способом путем записи в регистры ADE7758 поправочных кодов.

Для калибровки преобразователя разработана специальная программа для ПК, с помощью которой облегчается доступ к регистрам ADE7758. Переключение между режимами калибровки и измерения осуществляется установкой переключки.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

На рис. 2 приведена принципиальная схема разработанного преобразователя сигнала в частоту.

Назначение элементов схемы следующее.

Измерение электрических параметров сети и их преобразование в сигналы, модулированные по частоте, выполняет преобразователь мощности в частоту фирмы ANALOG DEVICES – ADE7758 (DD1). Выводы 19, 20 предназначены для подключения внешнего кварцевого резонатора Q1. Конденсаторы C15, C16, подключенные в параллель на выводе 12, обеспечи-

вают уменьшение внутреннего сопротивления источника опорного напряжения для аналого-цифрового преобразования. Защита преобразователя от перенапряжений выполнена варисторами R20, R21, R22. Одна из функций преобразователя ADE7758 заключается в определении знака измеряемой мощности в каждой из фаз, что используется для контроля правильности подключения, а в случае с реактивной мощностью – для контроля эффективности режима компенсации реактивной мощности.

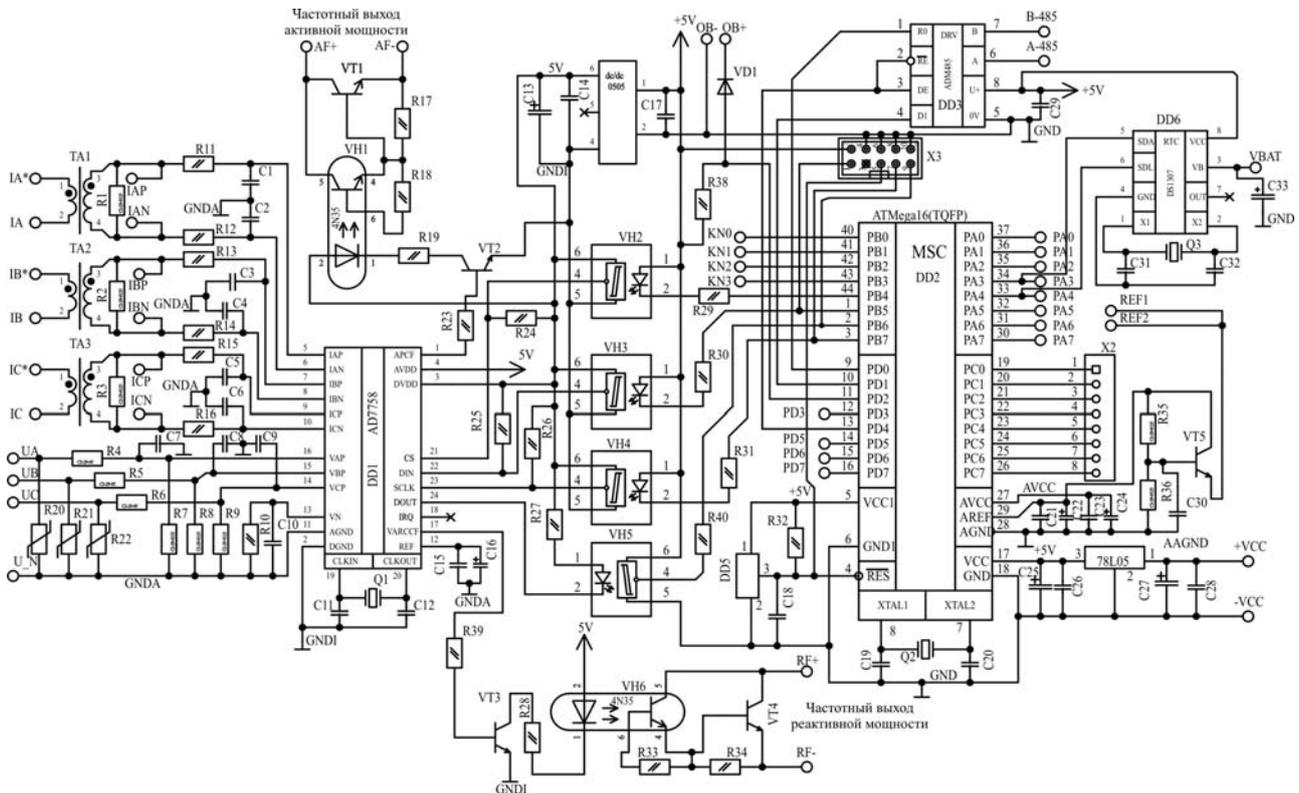


Рис. 2. Принципиальная схема преобразователя

Преобразование входных токовых сигналов обеспечивают датчики тока с резисторами. Датчики тока выполнены в виде трансформаторов тока TA1, TA2, TA3. Резисторы R1 – R3 обеспечивают преобразование токовых сигналов на выходах трансформаторов тока в сигналы напряжения, поступающие на дифференциальные входы преобразователя DD1.

Преобразование входных сигналов напряжения выполняют датчики напряжения. Они выполнены по типу делителей на резисторах. Сигналы напряжения снимаются с нижних плеч делителей: R4, R7 – для фазы А; R5, R8 – для фазы В; R6, R8 – для фазы С.

Оптотранзистор VH1 обеспечивает гальваническую развязку частотного сигнала, пропорционального активной мощности на выходе преобразователя ADE7758, а VH6 – гальваническую развязку частотного сигнала, пропорционального реактивной/полной мощности. Транзисторы VT1 и VT4 обеспечивают увеличение мощности этих сигналов.

Все измеряемые параметры имеют программные регуляторы для калибровки, доступные по последовательному интерфейсу (SPI). Его гальваническая развязка реализована с использованием высокоскоростных оптронов VH2, VH3, VH4, VH5. В схеме ис-

пользован специализированный преобразователь (DC/DC) DD4 постоянного напряжения +5В в постоянное напряжение +5В с гальванической развязкой.

Для сохранения настроек и обеспечения связи между преобразователем ADE7758 и верхним уровнем использован микроконтроллер DD2 с внутренним EEPROMом и встроенным SPI интерфейсом и микросхему DD3 для обеспечения связи по RS485 с информационно-измерительной системой. Для повышения устойчивости работы и упрощения гальванической развязки микроконтроллер имеет отдельный тактовый генератор – кварцевый генератор Q2 с частотой 11059 кГц, что обеспечивает возможность связи по RS485 на любой физически доступной скорости от 9600 до 115200 бод. Наличие отдельных кварцевых генераторов в схемах измерения и передачи данных позволяет сократить число гальванических развязок.

Разъем X2 предназначен для подключения жидкокристаллического индикатора. С его помощью можно осуществлять настройку и контролировать измеряемые параметры в автономном режиме.

Разъем X3 предназначен для внутрисхемного

