

МНОГОКАНАЛЬНАЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДВУХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ольга Доронина, Геннадий Лавров,
Сергей Хомич

Национальный университет
«Львовская политехника»
г. Львов, ул. С. Бандери, 12
E-mail: ndl2@polynet.lviv.ua

Предлагается двухуровневая система контроля параметров электроэнергии на базе промышленных компьютеров класса IBM PC Pentium-233 с прямым измерением энергетических параметров и компьютеризацией вычислений, что позволяет улучшить метрологический и интеллектуальный уровень системы при одновременном упрощении ее структуры. Рассматривается измерительно-алгоритмическое обеспечение и функциональная схема системы.

Телекомплекс СПРУТ-КОТ является компьютеризированной многоканальной многофункциональной двоуровневой системой контроля параметров электроэнергии реального времени, которая построена с максимальным использованием стандартного оборудования и обеспечивает интеграцию средств, связанных с вторичными цепями электроподстанций, таких как аппаратура телемеханики и учета электроэнергии. Телекомплекс может быть элементом интегрированной информационной сети и использоваться в АСУ ТП, АСДУ, АСУ «Энергия», ОИК диспетчерских центров, системах контроля и управления с большей эффективностью, чем системы типа МКТ-2, МКТ-3 и др., распространенные в энергосистеме Украины. Телекомплекс может выполнять функции автоматизированной системы учета электроэнергии и отвечает всем требованиям относительно счетчиков электроэнергии, устройств учета и локального оборудования «Концепции построения автоматизированных систем учета электроэнергии в условиях энергорынка», утвержденной приказом Министерства энергетики и угольной промышленности Украины от 17.04.2000 р., № 32/28/28/176/75/54.

Телекомплекс построен за принципом многоуровневой иерархической структуры и содержит на нижнем уровне иерархии системы преобразования, регистрации и управления телемеханикой СПРУТ, на высших уровнях иерархии – концентраторы оперативной телемеханики КОТ. СПРУТ предназначены для контроля бегущих значений параметров электроэнергии и состояния комутационного оборудования, реализации

функций телеуправления. КОТ предназначены для сбора, учета и анализа телеметрической информации от СПРУТ, формирования базы данных и передачи накопленной информации на высшие уровни иерархии телекомплекса или в другие информационные системы.

СПРУТ выполняет следующие функции:

- Ввод исходных сигналов (токов, напряжений) для определения параметров электроэнергии контролируемой электрической сети.
- Подключение СПРУТ к контролируемой электросети осуществляется через стандартные измерительные трансформаторы тока и напряжения.
- Измерение текущих значений параметров электроэнергии в трёхфазных (однофазных) присоединениях: действующих значений токов и напряжений, активной и реактивной мощности, активной и реактивной энергии, коэффициентов мощности, частоты сети.

Измерения параметров электрической энергии производится по методу, выборки конечного числа (240–260) мгновенных значений входных токов и напряжений за период их колебания, преобразования этих значений в цифровые коды и дальнейшей их цифровой обработки. Это позволяет:

- перейти к прямому измерению параметров электроэнергии (без традиционного для подобных систем промежуточного преобразования контролируемых параметров в сигналы постоянного тока или последовательность импульсов), а следовательно, уменьшению погрешности измерения и значительному упрощению структуры системы;
- использовать программируемую вычислительную мощность не только для традиционных автоматизации управления функционированием и обработки результатов измерений, но и компьютеризации самих измерений, что существенно повышает функциональные возможности и оперативность системы, позволяет её совершенствование на программном уровне.

- Автоматическое масштабирование результатов измерений.

При масштабировании учитываются коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов тока и напряжения, выступающих в качестве первичных датчиков контролируемых сигналов.

- Регистрацию и визуализацию результатов измерений.

Текущие результаты измерений регистрируются в базе данных реального

времени и могут быть отображены на экране монитора компьютера в окнах с прокруткой в виде таблиц текущих значений мощностей, токов и напряжений контролируемых фидеров, напряжений шин, балансов мощностей.

- Архивирование почасовых значений активной и реактивной энергии.

Архивирование почасовых значений энергии выполняется за временной интервал, указанный пользователем системы. Архивы энергии могут быть отображены на экране монитора компьютера.

- Фиксацию состояний коммутационного оборудования.

Текущие состояния коммутационного оборудования и моменты его переключения фиксируются в базе данных реального времени и могут быть отображены на экране монитора компьютера в виде таблиц телесигналов. Данные о моментах переключениях коммутационного оборудования архивируются в течение времени, указанного пользователем системы.

- Автоматический контроль работоспособности системы и достоверности телеметрии.

При сбоях в работе системы и недостоверности телеметрии в открытом на данный момент информационном окне появляется текстовый сигнал предупреждения. Предусмотрена возможность выдачи звукового сигнала предупреждения.

- Формирование помехозащищенных посылок информации для передачи на КОТ.

СПРУТ для передачи на КОТ формирует посылки информации о текущих значениях параметров электроэнергии по контролируемым трёхфазным присоединениям, частоте сети и состоянии коммутационного оборудования подстанции. Помехозащищенные посылки снабжены метками достоверности информации, времени и даты.

- Передачу сигналов телеуправления от КОТ на аппараты подстанции.

СПРУТ построена по функционально-блочному принципу и содержит:

- Блоки промежуточных трансформаторов БТ, выполняющие разделения вторичных цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения от электрической схемы СПРУТ.
- Блоки коммутации и нормализации БК, осуществляющие нормирование сигналов с выходов БТ и определяющие их временную очерёдность для аналого-цифрового преобразования.
- Блок системный БС, построенный на базе промышленного компьютера класса IBM PC/Pentium MMX 233 MHz, в слоты которого дополнительно вводятся:

- Аналогово-цифровой преобразователь АЦП, осуществляющий преобразование мгновенных значений нормированных входных сигналов в 12-разрядные цифровые коды, накопление полученных кодов за 50-миллисекундные временные интервалы и передачи информации в РС. В качестве АЦП используется стандартная плата L1250 фирмы "L-CARD".
- Контроллер телесигналов КТС, предназначенный для кодирования и фиксации состояний коммутационного оборудования по группам 8 × 8 или 8 × 16; формирования сигналов управления и питания для БК; а также формирования опорного напряжения для АЦП.
- Мультипорт МП, обеспечивающий асинхронный приём и передачу информации в нескольких направлениях (до 8) независимо от основного процессора компьютера, в составе которого он работает. В качестве МП используется стандартная плата C104P или C168P фирмы "Moxa Technologies Co., Ltd."
- Блок разъёмов БР, осуществляющий коммуникацию БК с АЦП и КТС, АЦП с КТС и подключения телесигналов к входам КТС.

РС по выходным данным с АЦП вычисляет длительность периода, частоту колебаний, действующие значения контролируемых токов и напряжений, значения активной и реактивной мощности и энергии, коэффициентов и балансов мощности с выводом на экран дисплея результатов вычислений. Активная и реактивная энергия вычисляется за каждый текущий час по результатам вычисления мощности. Накопление энергии осуществляется в циклическом режиме. Для значений мощности и энергии при выводе на экран монитора обеспечивается автоматический выбор предела диапазона.

Точность определения параметров электроэнергии обуславливается за счёт:

- программной автокомпенсации сдвига нуля в каналах входных сигналов по результатам вычисления средних значений контролируемых токов и напряжений за период их колебаний;
- программной автокоррекции мультиплексной погрешности по результату преобразования опорного напряжения;
- коррекции результатов вычисления мощности и энергии с учётом дополнительных аппаратурных угловых сдвигов в цепях токов и напряжений.

Основные технические характеристики СПРУТ:

- Характеристика цепи присоединения – четырёхпроводная или трёхпроводная с гальваническим разделением цепей тока и напряжения между собой и общей землёй
- Входное сопротивление для измерительных цепей тока – не более 0,1Ом и для цепей напряжения – не менее 20кОм
- Диапазон измерения:
 - действующего значения силы переменного тока – 0A÷1,2A или 0A÷6,0A при номинальном значении соответственно 1A или 5A;
 - действующего значения напряжения переменного тока – 0B÷120B при номинальном значении 100B;
 - частоты сети – 48Гц÷52Гц при номинальном значении 50Гц.
- Основная приведённая к номинальному значению погрешность измерения:
 - действующего значения напряжения и силы переменного тока – не более 0,25%;
 - активной мощности и энергии – не более 0,25%;
 - реактивной мощности и энергии – не более 0,3%;
 - частоты сети – не более 0,02%.
- Количество контролируемых трёхфазных присоединений – до 40.
- Количество контролируемых ТС – 64÷128.
- Длительность цикла преобразования всех параметров электроэнергии контролируемых присоединений (до 40) – 1С.
- Максимальный объём передаваемой информации:
 - значений измерений – 800;
 - двоичных сигналов – 256.

Связь между СПРУТ и КОТ осуществлена при помощи модемных коммутационных каналов, работающих в стандарте RS232. Скорость передачи телеметрии – до 19200 бод. Протокол обмена телеметрией – IEC 870-5-10.

КОТ построен на основе промышленного компьютера IBM PC/Pentium MMX 266 MHz с дополнительно вставленными в его слоты стандартными платами мультипорта C168P фирмы "Moxa Technologies Co., Ltd.".

КОТ выполняет следующие функции:

- Приём и регистрация информации от СПРУТ.

Информация, приходящая от систем СПРУТ, проверяется на достоверность, преобразуется и регистрируется в базе данных реального времени.

Максимальное число обслуживаемых СПРУТ систем – 32.

Максимальный объём принимаемой информации:

- значений измерений – 25600;
- двоичных сигналов – 8192.

- Визуализация информации.

Информация, регистрируемая концентратором, отображается на диспетчерском терминале в форме таблиц текущих значений мощностей и электроэнергий, токов, напряжений, балансов мощностей систем шин и состояний коммутационного оборудования контролируемых подстанций. Время обновления информации составляет 1,5 сек – для частоты и активной мощности, 5 сек – для остальных параметров.

Предусмотрено генерирование сигналов управления индикацией переключений состояний коммутационного оборудования на щите диспетчера.

- Архивирование информации.

В концентраторе осуществляется ведение архивов:

- статистической информации о работе СПРУТ, КОТ и каналов передачи данных;
- переключений состояний коммутационного оборудования;
- почасовых значений активной и реактивной энергии.

Временные и количественные параметры архивов могут задаваться пользователем. Предусмотрена возможность введения дополнительных архивов по желанию пользователя.

- Проверка точности работы часов КОТ и СПРУТ и их коррекция.
- Анализ работы каналов связи.

Анализируются сбои в работе каналов связи. При пропадании посылок информации на входах КОТ выдаётся звуковой сигнал предупреждения.

- Генерирования сигналов телеуправления. Максимальное число передаваемых сигналов телеуправления – 2560.
- Обмен информацией с внешними информационными системами.

КОТ может передавать информацию из своей базы данных в другие информационные системы по локальной сети в протоколе IEC 870-5-10. Предусмотрена возможность изменения протокола по требованию заказчика.

Предусмотрено 100% резервирование электронной схемы телекомплекса и возможность увеличения объёма передаваемой/принимаемой информации для СПРУТ и КОТ по желанию пользователя.

Образцы телекомплекса СПРУТ-КОТ прошли Государственную метрологическую аттестацию и успешно эксплуатируются в Западной электроэнергетической системе.