

Энергоэффективные бюджетные электронные трансформаторы тока и напряжения для систем автоматизации



Статья носит ознакомительный характер, предназначена для инженеров КИПиА и посвящена инновационным техническим решениям, используемым ВП «АИСТ» при разработке и производстве цифровых устройств нового поколения – электронных трансформаторов для применения в автоматизированных системах управления, контроля, диспетчеризации и учета. Показаны преимущества использования катушек Роговского, нанокристаллических сплавов, цифровых протоколов обмена, рассмотрены особенности трансформаторов различного назначения, составляющих продуктивную линейку предприятия.

ООО «Внедренческое предприятие «АИСТ», г. Орёл

Индустрия 4.0 обязывает серьезно пересмотреть требования к первичным преобразователям, традиционные трансформаторы тока и напряжения постепенно сдают свои позиции. Происходит это из-за того, что их сложно встроить в современные системы передачи данных, при том что автоматизация и диспетчеризация процессов крайне важны для контроля, управления и повышения надежности систем на всех уровнях.

В энергетике давно применяют электромеханические УЗО, предохранители или автоматические выключатели в качестве защитных средств от перегрузки или утечки токов на землю. К сожалению, такие устройства не позволяют передавать оперативную информацию о состоянии линий, а ведь именно оперативный контроль электрических параметров позволяет заблаговременно определить дефектную линию или дефектное оборудование на этой линии. Отказ практически никогда не возникает мгновенно, есть четкие предпосылки для возникновения неполадок, главное – вовремя их выявить. При этом отдельные элементы оборудования часто выходят из строя незаметно, что приводит к нарушению техпроцессов и получению брака. Пример – работа нескольких ТЭНов

в составе термопластавтоматов. Незаметный выход из строя одного из них приводит к катастрофическим последствиям, особенно когда оборудование работает в автоматическом режиме. В связи с этим важной задачей является оперативный мониторинг состояния линий и электрооборудования, позволяющий прогнозировать отказ заблаговременно.

Помощь в решении этих задач могут оказать электронные трансформаторы (ЭТ), или electronic instrument transformer. Согласно ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010, электронный трансформатор – «устройство, состоящее из одного или более датчиков тока или напряжения, которые предназначены для пропорционального преобразования измеряемой величины с целью ее подачи на измерительное устройство, измерительный прибор и защитное устройство или контрольный прибор». К ЭТ можно отнести преобразователи тока и напряжения с выходом 4–20 мА, такие как отечественные ПТ-5, ИПН, ПИТ-У или импортные АBB, Siemens и др. Это хорошо известное оборудование, которое тем не менее подходит не для всех эксплуатирующих организаций из-за высокой цены и крупных габаритных размеров.

А между тем, если вдуматься, ЭТ должны выполнять всего три основные задачи. Они должны передавать данные:

- ▶ о мгновенном количественном значении контролируемого параметра;
- ▶ о наличии или отсутствии контролируемого параметра;
- ▶ о потребленной электроэнергии.

И всё! А главное, кроме выполнения перечисленных функций, они обязательно должны быть бюджетными, надежными и малогабаритными.

ООО «Внедренческое предприятие «АИСТ», отметившее в этом году свой 30-летний юбилей, имеет многолетний опыт разработки и производства измерительных трансформаторов для нужд энергетики, сохраняющих высокие технические характеристики, надежность и хорошее качество в самых разных условиях эксплуатации. Их выпуск полностью отвечает требованиям плана мероприятий по импортозамещению в отрасли энергетического машиностроения, электротехнической и кабельной промышленности РФ (приказ Минпромторга России от 16 апреля 2019 года № 1327). Для решения задач контроля и мониторинга ООО ВП «АИСТ» разработало и выпускает электронные трансформаторы тока (ЭТТ) и напряжения (ЭТН)

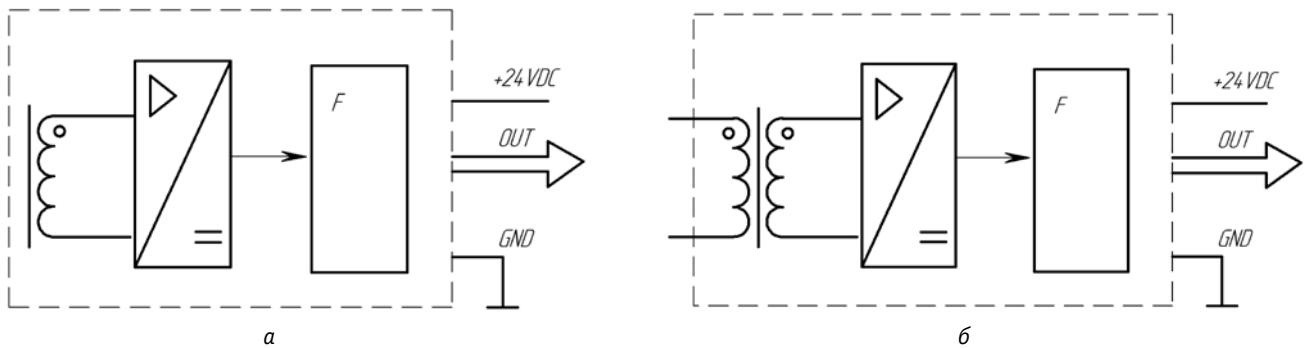


Рис. 1. Структурные схемы ЭТ: а – ЭТТ; б – ЭТН

по ТУ 27.11.50.120-001-11976052-2017 «Датчики тока с унифицированными сигналами». Они совместимы со всеми известными ПЛК и модулями ввода/вывода. Рассмотрим функциональные и технические особенности данного оборудования.

Электронные трансформаторы ВП «АИСТ»

Все ЭТ построены по единому принципу: они содержат первичный преобразователь – трансформатор тока (ТТ) и платформу для обработки сигнала от первичного преобразователя с дальнейшей передачей данных по соответствующему интерфейсу. Структурная схема ЭТТ приведена на рис. 1а, ЭТН – на рис. 1б.

Все ЭТТ содержат встроенный или внешний ТТ или катушку Роговского, у которых первичным витком обычно выступает контролируемая линия. Все ЭТН содержат ТТ, у которого встроена первичная обмотка. Для получения линейной зависимости выходного тока от контролируемого напряжения предназначен резистивный балласт, ток через который поступает на ТТ и пропорционален напряжению. Для снижения тепловых потерь на резистивном балласте первичная обмотка ТТ выполнена многovitковой. Типовой номинальный ток для ЭТН всего 0,2 мА, что позволяет устанавливать встроенный балласт для классов напряжения до 1 кВ или внешний балласт Р1-1 для линий 1–10 кВ, обеспечивающий нужный класс изоляции. Гальваническая развязка встроенного ТТ не хуже 4 кВ.

ЭТ производства ВП «АИСТ» можно условно разделить на три функциональные группы по способу передачи данных:

► ЭТТ и ЭТН с унифицированными аналоговыми выходами 4–20 мА,

0–20 мА или 0–10 В (платформа «Айюми»);

► ЭТТ и ЭТН с интерфейсом RS-485 (Modbus RTU/ASCII) (платформа «Айюми-цифра»);

► ЭТТ и ЭТН с дискретным выходом (платформа «Айюми-ОК»).

ЭТТ и ЭТН с выходом 4–20 мА получили самое широкое распространение за счет своей универсальности и возможности контролировать целостность линии между ЭТ и контроллером, они способны работать на значительном удалении (до 500 м), не требуют отдельного питания, питаются от токовой петли 24 В. Изготавливаются на номинальные токи от 0,05 А до 10 кА, напряжения от 57 В до 10 кВ и выпускаются нами с 2016 года.

ЭТТ и ЭТН данной группы завоевали популярность за счет неприхотливости, надежности, малых габаритов и дешевизны. Например, модель ТП05С (рис. 2) с номинальными токами от 0,05 до 70 А «упакована» в корпус 32 × 32 × 20 мм с креплением на DIN-рейку и разъемным клеммником и позволяет осуществлять контроль токов утечки (номинальный ток – 50, 100 или 300 мА) или контролировать

протекающий ток ($I_n - 1, 3...70$ А). Всего серийно выпускаются 11 типоразмеров с отверстиями под контролируемый провод диаметром от 10 до 60 мм, шины до 60 × 10 мм и токи от 50 мА до 1500 А. ЭТН содержит встроенный ТТ серии Т03С с многovitковой первичной обмоткой с номинальным током 0,2 мА. Рабочее напряжение задается встроенным или внешним резистивным балластом.

Все ЭТТ построены на универсальной платформе «Айюми», которая снабжена встроенной защитой от перегрузки по входу и защитой оконечного оборудования, ограничивая выходной ток до 32–36 мА при любом воздействии на входе.

ЭТТ и ЭТН с интерфейсом RS-485 (Modbus RTU/ASCII) – достаточно новые приборы для инженеров КИПиА, выпускаются нами с 2019 года, но уже завоевали хорошую репутацию за счет малых габаритов и широкой функциональности. Они позволяют работать с ПК, ПЛК или шлюзом TCP/IP по интерфейсу RS-485 напрямую, что снижает затраты при построении небольших по сложности систем, расположенных компактно. Изготавливаются на номинальные токи от 0,05 А до 10 кА, напряжения от 57 В до 10 кВ. Имеют дополнительные «бонусы» в виде считывания «посмертной» информации (то есть данных о событии, которое уже произошло). Это позволяет проанализировать причины возникшей неисправности уже после наступления аварийной ситуации и отключения линий. Оцифровка производится высокоскоростным 20-битным АЦП. Такие ЭТ используют широковещательную команду синхронизации для привязки данных от разных ЭТ ко времени для их последующего считывания. Требуют внешнего питания 24 В (<40 мА).



Рис. 2. Электронный трансформатор тока ТП05С с выходом 4–20 мА



Рис. 3. Электронный трансформатор напряжения ТПОЗС с интерфейсом RS-485

Габариты традиционно малы, хотя и чуть больше, чем у ЭТ предыдущей группы. Например, модель ТПОЗС (рис. 3) имеет корпус $40 \times 40 \times 20$ мм с креплением на DIN-рейку и разъемным клеммником. Всего серийно выпускаются 11 типоразмеров с отверстиями под контролируемый провод от 10 до 60 мм, шины до 60×10 мм и токи от 50 мА до 1500 А. ЭТН содержит встроенный трансформатор Т0ЗС с многовитковой первичной обмоткой с номинальным током 0,2 мА. Рабочее напряжение задается встроенным или внешним резистивным балластом.

Все ЭТ с поддержкой интерфейса RS-485 построены на универсальной платформе «Айюми-цифра», которая снабжена встроенной защитой от перегрузки по входу.

ЭТТ и ЭТН с дискретным выходом могут применяться для контроля правильности работы оборудования (датчики наличия тока) или исправности электроснабжения (датчики наличия напряжения). Позволяют коммутировать постоянное напряжение (до 30 В / 0,05 А) и постоянное или переменное напряжение (220 В / 1 А) (рис. 4). Подключаются к дискретным входам ПЛК и модулей ввода/вывода или исполнительным механизмам (электромагнитные реле, индикаторы и т.д.). ЭТ с дискретным выходом не требуют оперативного питания и изготавливаются как с нормально разомкнутыми, так и с нормально замкнутыми контактами. Выпускаются с 2015 года.

ЭТТ с дискретным выходом построены на универсальных платфор-



Рис. 4. ЭТТ с дискретным выходом и подстройкой тока срабатывания для коммутации переменного напряжения

мах «Айюми-ОК» и «Айюми-РТ2», которые снабжены встроенной защитой от перегрузки по входу. Платформа «Айюми-РТ2» содержит дополнительный встроенный ТТ накачки, позволяя снижать переходное сопротивление нормально замкнутого выхода до 0,8 Ом в отсутствие контролируемого тока.

ЭТТ всех трех разновидностей способны работать как со встроенными первичными ТТ, так и с внешними, в том числе катушками Роговского. В этом случае класс напряжения определяется классом напряжения внешнего первичного датчика, а для ЭТН — внешнего балласта. Это позволяет снимать информацию с линий 6(10) кВ с климатическим исполнением У1 (У3, УХЛ3).

В частности, для контроля тока в линиях 6(10) кВ в 2019 году был разработан накладной датчик тока на базе катушки Роговского, не имеющий аналогов (рис. 5). Испытательное напряжение данного прибора составляет

42 кВ, коэффициент преобразования — до 10 мВ/А. Датчик устанавливается непосредственно на токоведущий шинопровод шириной от 32 мм, для чего оснащен быстросъемным креплением.

Для контроля напряжения в линиях 6(10) кВ в 2020 году был разработан внешний изолированный резистивный балласт (28,8 МОм), отбирающий всего 0,2 мА от контролируемой линии (рис. 5). Балласт устанавливается на DIN-рейку в промежуточный заземляемый шкаф или отсек ВН. Напряжение изоляции — 42 кВ. Выходное напряжение балласта при токе 0,2 мА ограничено 7–12 В с помощью специального ограничителя напряжения и безопасно для подачи в шкаф НН.

Оба датчика прекрасно работают с ЭТТ и ЭТН с выходами 4–20 мА или RS-485 (Modbus).

Малый вес и габариты выпускаемых ЭТ позволяют не только устанавливать их на DIN-рейку, но и подвешивать непосредственно на контролируемые провода, фиксируя



Рис. 5. Внешний изолированный резистивный балласт P1-1 с ограничителем напряжения для линии 6(10) кВ (слева); внешняя накладная катушка Роговского для шины 32 мм линии 6(10) кВ для бесконтактного съема информации о протекающем токе (справа)

нейлоновыми стяжками, что позволяет контролировать токи при плотной разводке электрических кабелей в условиях отсутствия свободного места. ЭТН со встроенным балластом предназначены для линий до 800 В включительно, ЭТТ со встроенными ТТ могут работать на линиях до 1 кВ включительно.

Малогабаритные трансформаторы тока с выходом 5(1) А

В настоящее время промышленность выпускает множество контроллеров, позволяющих подключать ТТ с выходами 5 А. Основной недостаток стандартных трансформаторов заключается в их огромных массогабаритных размерах, обусловленных требованиями ГОСТ к выходной мощности. Специально для применения с такими контроллерами ООО ВП «АИСТ» выпускает трансформаторы тока (ТТ) и суммирующие трансформаторы тока (ТТС) с выходом 5(1) А пониженной мощности. Возможность крепления непосредственно на кабель или DIN-рейку выгодно отличает их от огромной массы ТТ, включая импортные. Малые габариты, надежность и стабильность метрологических характеристик обусловлены применением нанокристаллических сплавов при их изготовлении.

Трансформаторы тока выпускаются на номинальные токи от 40 до 1250 А и при малых габаритах обеспечивают мощность 0,5–0,8 Вт, чего достаточно для применения со всеми современными электронными измерительными приборами и контроллерами. ТТ обеспечивают бесконтактное измерение тока при классе точности от 0,2. Диаметры контролируемых проводов могут достигать 37 мм, шин — 61 × 10 мм. Малые размеры позволяют существенно повысить плотность размещения ТТ в шкафах управления. Например, размер Т112СУ составляет всего 40 × 40 × 40 мм при отверстии 10 мм (рис. 6), а диапазон номинальных токов — от 40 до 200 А (для выхода 5 А) или от 25 до 50 А (для выхода 1 А).

ТТС (рис. 7) применяются для векторного суммирования входных токов от ТТ с выходом 5(1) А и могут содержать от 2 до 9 обмоток. Для работы с ТТ с разными коэффициентами трансформации изготавливаются несимметричные ТТС, имеющие разные по весу обмотки. ТТС



Рис. 6. Малогабаритные трансформаторы тока с выходом 5(1) А

предназначены в первую очередь для поддержания правильной работы конденсаторных установок, но могут использоваться и для технического учета, и для автоматики. Выпускаются модификации с креплением на DIN-рейку (60 × 60 × 50 мм до 1 Вт) или креплением на шасси (100 × 100 × 40 мм до 10 Вт).

Отличаясь хорошей точностью, надежностью и ценой, ТТС с выходом 5(1) А, разработанные и выпускаемые компанией «АИСТ», эффективно заменяют все известные импортные ТТС, в частности KSU/SUSK (DEIF), TRS (SACI), STS/IPS (Janitza), TSR (Circuit) и т. д.

Первичные преобразователи для ЭТ

ООО ВП «АИСТ» специализируется не только на ЭТН, ЭТТ и ТТ с номинальным выходным током 5 А. Большую часть продукции составляют малогабаритные трансформаторы тока и напряжения для построения измерительных систем, в том числе счетчиков электроэнергии, систем автоматики и управления.

Трансформаторы для бесконтактного измерения тока

Основная масса выпускаемых ТТ построена с применением **нанокристаллических сплавов** (Т01...Т65), поэтому данные изделия имеют классы точности от 0,05 до 1 (рис. 8). Такие ТТ при их невысокой цене предназначены для построения прецизионных систем и обладают коэффициентом трансформации от 1:500 до 1:6000. Диапазон максимальных измеряемых токов очень широк — от 1 до 400 А, рабочие частоты — от 30 Гц до 10 кГц. При этом минимальный измеряемый ток составляет десятые доли миллиампера. Отдельно необходимо упомянуть трансформаторы с DC-иммунитетом, способные работать в условиях сильного подмагничивания (вплоть до однополупериодного сигнала частотой 50 Гц).

По соотношению «цена/качество» трансформаторы тока на базе нанокристаллических сплавов, выпускаемые ВП «АИСТ», могут составить жесткую конкуренцию даже ТТ именитой фирмы WAC, славящейся отменным каче-



Рис. 7. Трансформаторы тока суммирующие с креплением на шасси и DIN-рейку



Рис. 8. Трансформаторы для измерения тока на базе нанокристаллических сплавов



Рис. 9. ТТ с немагнитным сердечником

ством продукции и высокими метрологическими характеристиками.

ТТ этой категории отличаются малыми габаритами и весом, бесконтактным измерением тока и имеют исполнение для монтажа на РСВ или провод. Например, у модели T14C габаритные размеры составляют $18,5 \times 18,5 \times 12$ мм, максимальный измеряемый ток – до 20 А, отверстие под провод – 4 или 5 мм, класс точности – 0,5. Такие параметры вообще недостижимы для известного AC1005 фирмы TALEMA, сходного по габаритам.

Для построения измерительных систем средней точности с большими измеряемыми токами выпускаются **ТТ на магнитопроводах из электро-технического железа**. К их достоинствам следует отнести увеличенный размер окна под контролируемый провод (шину) при достаточно высокой точности. Диапазон контролируемых токов – от 50 до 5000 А, класс точности – от 0,5 до 1, коэффициент трансформации – от 1:1000 до 1:10000. К таким ТТ относится, например, ТТ26 – аналог AC1025 фирмы TALEMA, тем не менее перекрывающий последний по точности и максимальному току использования.

Для построения измерительных систем, работающих с большими токами или несимметричными токами, предназначены **ТТ с немагнитным сердечником (катушка Роговского)** (рис. 9). Такие трансформаторы полностью невосприимчивы к сверхтокам за счет малой мощности и отсутствия магнострикционного эффекта, относятся к ненасыщаемым, то есть передают информацию без потерь в условиях однополярного приращения токов. Практически не меняют метрологические характеристики во времени.

Коэффициент преобразования таких ТТ может составлять от 0,1 до 3 мВ/А. Отличаются абсолютно линейной передаточной характеристикой «входной ток / выходное напряжение». Однако для их правильной работы требуются специальные меры, так как выходной сигнал пропорционален скорости изменения контролируемого тока. К серьезным достоинствам отнесем возможность изготовления накладных датчиков, что невозможно для традиционных ТТ на магнитных сердечниках.

Трансформаторы для измерения напряжения

Для измерения напряжения предназначены трансформаторы напряжения ТТНЗ (рис. 10) с рабочими напряжениями 300 или 200 В (соответственно для линий 220 и 100 В) или трансформаторы тока с многовитковой первичной обмоткой с внешним резистивным балластом Т03С 2000:3000 и Т01С (TZ111V) 500:1500; 1000:1000. ТТНЗ и Т01С имеют гальваническую развязку не хуже 2 и 1 кВ соответственно и предназначены для РСВ-монтажа. Т03С имеет гибкие выводы и гальваническую развязку не хуже 4 кВ и применяется в качестве первичного ТТ при производстве ЭТН, рабочий ток – 0,2 мА. Т01С (TZ111V)

1000:1000 с габаритами $25 \times 25 \times 14$ мм является практически полным аналогом трансформатора TZ111V (Taehwa-trans, США) и имеет рабочий ток 2 мА.

Заключение, или «А что дальше?»

В настоящий момент ООО ВП «АИСТ» выпускает малогабаритные датчики тока и напряжения:

- ▶ с выходами RS-485 (платформа «Айюми-цифра»);
- ▶ с выходами 4–20 мА / 0–20 мА / 0–10 В (платформа «Айюми»);
- ▶ с дискретными выходами (платформы «Айюми-ОК», «Айюми РТ2»);
- ▶ классические ТТ с выходами 5(1) А;
- ▶ первичные преобразователи для построения ЭТТ, ЭТН, систем автоматизации и мониторинга.

Все датчики гальванически развязаны от контролируемых линий с напряжением изоляции не хуже 4 кВ. Технические решения, заложенные в конструкцию этих датчиков, позволяют выполнить практически любую задачу, стоящую перед инженерами КИПиА.

Но что же нового ожидается в последних месяцах 2021 года и в начале 2022 года? А это будут три прибора с огромной функциональностью и при этом по весьма демократичной цене.



Рис. 10. Трансформаторы ТТНЗ и Т01С (TZ111V)

Первым представляем модуль «АСТРА» (рис. 11), который уже подготовлен к производству и доступен для заказа. Модуль предназначен для передачи по линии RS-485 (Modbus) информации о состоянии 8 дискретных входов, 8 аналоговых входов от датчиков 4–20 мА / 0–20 мА или 0–10 В, а также для управления двумя линиями 220 В / 3 А и двумя выходами для передачи телеметрической информации.

Имея малые габариты (50 × 70 × 35 мм) и крепление на DIN-рейку, позволяет обрабатывать показания датчиков (тока, напряжения, температуры, давления и т. д.) с аналоговым выходом (0–20 мА, 0–10 В или 4–20 мА) и передавать измеренные значения в физических величинах (А, V, С, Ра, рН и т. д.). Также доступна информация о состоянии датчиков с дискретными выходами. Возможно подключение приборов, имеющих импульсный выход (например, счетчиков электроэнергии), и суммирование количества поступающих импульсов в 32-битные кольцевые счетчики, что позволяет получать информацию о потребленной электроэнергии. Имеет выход 5 VDC для питания внешних устройств (например, LED-индикаторов).

Любой из 8 аналоговых выводов мультипорта ввода/вывода можно программно назначить аналоговым входом (0–20 мА, 4–20 мА или 0–10 В), дискретным входом (минимальная длина импульса 10 мс) или дискретным выходом (открытый сток 10 В / 0,03 А для подключения внешней LED-индикации).

Цифровой 8-битный входной порт позволяет подключать датчики, имеющие на выходе «сухой контакт», КЭ-оптопары или TTL-уровни. Минимальная длина входного импульса — 1 мс, напряжение — до 24 В.

Любой из дискретных входов цифрового (до 4 кГц) или мультипорта (до 100 Гц) можно назначить как тактируемый D-триггер, T-триггер, RS-триггер, ST-триггер (32-битный счетчик). Гибкая архитектура модуля программно управляема и позволяет легко адаптировать модуль к любой задаче.

Например, на базе «Астры» можно легко реализовать диспетчеризацию многоквартирного дома. Достаточно одного модуля для подключения 4 и бо-



Рис. 11. Модуль «АСТРА»

лее счетчиков электроэнергии на этаж, одновременно можно установить ЭТТ с выходом 4–20 мА на каждый ввод в квартиру (для контроля исправности счетчика), подключить датчики пожарной безопасности, обеспечить централизованное включение/выключение света поэтажно и т. д. Поэтажные модули «Астра» объединяются в единую сеть RS-485 и подключаются к шлюзу RS-485 — TCP/IP. Такое построение позволит одновременно снимать показания всех квартирных и домовых счетчиков с передачей информации по каналам Ethernet в расчетный центр или обслуживающую компанию, а также своевременно пресекать хищения электрической энергии и незаконные подключения. Это простое и эффективное решение, не требующее замены счетчиков на новые.

Второе устройство — шлюз RS-485 → TCP/IP «АИСТ TCP/IP». Возможность применения датчиков с выходом RS-485 позволяет строить одноранговые цифровые сети с дальнейшей передачей данных на верхний уровень. Для скоростной передачи данных на верхний уровень и предназначен шлюз RS-485 → TCP/IP «АИСТ TCP/IP». Является ведомым устройством для Ethernet и ведущим для RS-485. Поддерживает перепрограммируемый статический IP-адрес, поддерживает протоколы обмена Modbus RTU и Modbus TCP/IP. Первые образцы поступят в продажу в конце 4-го квартала 2021 года.

Ну и последней представим новую платформу «Айюми-цифра МВ3М+

и МВ3М», предназначенную для решения задач контроля при большом количестве линий в условиях ограниченного пространства. Платформа «Айюми-цифра МВ3М+» имеет расширенное питание 10–30 В, 3 аналоговых входа, гальваническую развязку между модулем питания, модулем RS-485 и модулем внутренней высокоскоростной шины, габаритные размеры 50 × 70 × 35 мм и крепление на DIN-рейку. Образцы поступят в продажу в конце 4-го квартала 2021 года. Модификация этой платформы носит название «Айюми-цифра МВ3М» и подразумевает отсутствие электрической изоляции между питанием, RS-485 и внутренней шиной.

Платформа «Айюми МВ3М+» позволяет строить 3-фазные ЭТТ, ЭТН или 1-фазный датчик контроля тока, тока утечки и напряжения в едином корпусе. Ее отличительной особенностью является революционная технология объединения до 16 дополнительных ЭТ, построенных на платформе «Айюми-цифра МВ1+» или «Айюми-цифра МВ3М» с помощью внутренней высокоскоростной шины. Под каждый дополнительный ЭТ выделяется соответствующий пул адресов. Инициализация датчиков на внутренней шине происходит автоматически с распознаванием MAC-адресов (64 бит) и присвоением внутренних динамических адресов.

Датчики серии ТП05С на платформах «Айюми МВ3М+» (50 × 70 × 35 мм) и «Айюми МВ1+» (40 × 40 × 20 мм) могут собираться в один ряд с помощью 5-пиновых разъемов без применения внешних проводов. Питание и обмен данными ЭТ «Айюми МВ1+» осуществляется по внутренней шине.

В рамках данной статьи невозможно описать все инновационные решения и продукцию компании «АИСТ», поэтому приглашаем читателей на наш сайт, где можно получить более подробную информацию и узнать последние новости.

Ю. В. Ашмаров, генеральный директор,
ООО «Внедренческое предприятие «АИСТ»,
г. Орёл,
тел.: +7 (4862) 71-9435,
e-mail: info@aist57.ru,
сайты: eltranstech.ru, aist57.ru, aist57.ru