

**Программно-технический комплекс
«КОСМОТРОНИКА»**

**Удаленный модуль аналогового, цифрового ввода,
телеуправления и учета электроэнергии.
УСО-ТМ.**

СШМК.424233.020

Руководство по эксплуатации.

В.03.2017

АО «ПИК ПРОГРЕСС»

2010г.

Настоящее руководство по эксплуатации содержит описание устройства, конструкции, функционирования, подготовки к работе и установки, технического обслуживания и эксплуатации контроллера телемеханики – УСО-ТМ (У) с интегрированным трехфазным электронным счетчиком электрической энергии класса точности 1.

УСО-ТМ-У предназначен для считывания и обработки телеметрической информации, для учета активной и реактивной энергии и мощности в цепях переменного тока.

Работы по установке прибора, техническому обслуживанию и ремонту должны проводить специалисты, прошедшие специальную подготовку и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

Приборы УСО-ТМ – У соответствуют требованиям ГОСТ 12997-1984 и ГОСТ Р МЭК870-1-2-95 в части телемеханики, а также ГОСТ Р 52322–2005 в части измерений активной энергии, ГОСТ Р 52425–2005 в части измерений реактивной энергии, ГОСТ Р 52320–2005 в части испытаний.

По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор соответствует классу II по ГОСТ Р 51350–99. По безопасности эксплуатации УСО-ТМ удовлетворяют требованиям ГОСТ 22261–94, ГОСТ Р 51350–99.

По устойчивости к климатическим воздействиям прибор относится к группе 4 по ГОСТ 22261–94, по условиям климатического исполнения – к категории УХЛ 3.1 в соответствии с ГОСТ 15150–69.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Описание и функционирование УСО-ТМ | 4 |
| 1.1. Назначение и краткое описание | 4 |
| 1.2. Возможные модификации УСО-ТМ | 4 |
| 1.2.1. Обозначения модификаций | 4 |
| 1.2.2. Базовые модификации | 4 |
| 1.3. Основные технические характеристики | 5 |
| 1.3.1. Каналы дискретного ввода и счета импульсов. | 5 |
| 1.3.2. Каналы коммутации цепей постоянного и переменного тока | 5 |
| 1.3.3. Каналы телеизмерений | 5 |
| 1.3.4. Каналы измерения мощности и телеизмерений. | 5 |
| 1.3.5. Общие параметры. | 6 |
| 1.4. Конструкция УСО-ТМ, составных частей изделия. | 7 |
| 1.4.1. Конструкция модуля ЦПУ. | 8 |
| 1.4.2. Конструкция модуля ТС | 8 |
| 1.4.3. Конструкция модуля ТУ | 8 |
| 1.4.4. Конструкция модуля ТИ, модификации. | 9 |
| 1.4.5. Конструкция модуля учета | 9 |
| 1.4.6. Конструкция модуля RS485 | 9 |
| 1.4.7. Конструкция модуля индикатора | 9 |
| 1.4.8. Конструкция модуля БП | 10 |
| 1.5. Устройство и работа модулей УСО-ТМ | 10 |
| 1.5.1. Устройство и работа модуля ЦПУ. | 11 |
| 1.5.2. Устройство и работа модуля ТС | 12 |
| 1.5.3. Устройство и работа модуля ТУ | 13 |
| 1.5.4. Устройство и работа модуля ТИ, модификации. | 14 |
| 1.5.5. Устройство и работа модуля учета | 19 |
| 1.5.6. Устройство и работа модуля RS485 | 20 |
| 1.5.7. Устройство и работа модуля индикатора | 21 |
| 1.5.8. Устройство и работа модуля БП | 22 |
| 1.6. Средства измерения и принадлежности. | 23 |
| 2. Подготовка к работе и проверка | 24 |
| 2.1. Подготовка к работе | 24 |
| 2.1.1. Подключение УСО-ТМ к цепи питания. | 24 |
| 2.1.2. Подключение к интерфейсу RS485. | 24 |
| 2.1.3. Эксплуатационные ограничения | 25 |
| 2.2. Установка и демонтаж УСО-ТМ | 25 |
| 2.3. Проверка установки и правильности работы УСО-ТМ | 25 |
| 3. Техническое обслуживание УСО-ТМ | 25 |
| 3.1. Меры безопасности | 25 |
| 3.2. Ремонт и устранение неисправностей | 26 |
| 3.2.1. Визуальная проверка | 26 |
| 3.2.2. Виды работ | 26 |
| 3.2.3. Возврат приборов | 26 |
| 4. Проверка УСО-ТМ-У | 26 |
| 5. Транспортирование и хранение | 26 |
| 6. Сведения об утилизации | 26 |

Приложения:

| | | |
|----------------|---|----|
| Приложение А1. | Габаритные и установочные размеры УСО-ТМ | 27 |
| Приложение А2. | Габаритные и установочные размеры дисплея | 28 |
| Приложение Б | Схемы подключения УСО-ТМ-У | 29 |
| Приложение В. | Опросный лист. | 31 |
| | Пояснение по заполнению опросного листа | 32 |

1. Описание и функционирование УСО-ТМ

1.1 Назначение и краткое описание

УСО-ТМ является устройством сопряжения с объектом. В конструкцию УСО-ТМ заложен принцип объединения нескольких видов УСО в едином корпусе для комплексного решения задач автоматизации по принципу «Одно УСО-ТМ - одна ячейка».

УСО-ТМ предназначен для:

измерения сигналов постоянного и переменного тока,
регистрации токов короткого замыкания,
регистрации состояния сухих контактов,
подсчета импульсов,
измерения температуры,
контроля параметров качества электроэнергии
осциллографирования сигналов,
коммутации постоянного или переменного тока (телеуправление),
учета активной, реактивной энергии и мощности в цепях переменного тока,
передачи результатов измерений по интерфейсу «RS-485»
индикации результатов измерений на встроенном или выносном индикаторе.

УСО-ТМ применяются в системах АСУ ТП, АСУЭ, АСТУЭ, АСКУЭ, АИИС КУЭ, системах телеметрии и телемеханики, системах учёта энергоресурсов.

1.2 Возможные модификации УСО-ТМ

1.2.1 Обозначения модификаций

Каждое УСО-ТМ имеет кодировку типа: СШМК424233.020 – У.Х1.Х2.Х3-Т-Д.

1.2.2 Базовые модификации

Вариант с учетом электроэнергии - используется на вводах, отходящих линиях, ячейках собственных нужд

У - учет электроэнергии - 14 параметров плюс профиль.

Для собственных нужд добавляется указатель У-СН.

Х1 - количество каналов ТС, максимально 8;

Х2 – количество каналов ТУ, максимально 3;

Х3 – количество каналов ТИ, максимально 2КЗ

Максимальное количество плат расширения ТС, ТУ, дополнительно к Учету – 2,

Вариант без учета электроэнергии – используется в ячейках НТМИ,

открытых РУ, КНС – для измерения уровня вибрации, для подключения любых внешних измерительных приборов, имеющих выход 0-20мА(4-20мА), 0-5мА.

СШМК424233.020 – X1.X2.X3-Т –Д имеет 4 установочных места под универсальные платы

X1 - количество каналов ТС, максимально 4x8;

X2 – количество каналов ТУ, максимально 4x3;

X3 – количество каналов ТИ, максимально 4x7 (0-20мА).(1-100В)

- количество каналов ТИ, измерение переменного тока 5А 4x7 с внешними трансформаторами или 2x3 со встроенными трансформаторами, так как каждый модуль занимает 2 места.

Для ячейки НТМИ указатель X3=7-ТН (U_a,U_b,U_c,U_{ab},U_{ac},U_{bc},3U₀)

Допускается любой набор вышеперечисленных плат, общим числом не более 4.

Дополнительно для УСО-ТМ возможно подключение внешнего цифрового датчика температуры СШМК.685621.009 – в заявке добавляется указатель -Т.

Модификация - по применению дисплея :

- без указателя – дисплея нет.

- Д – дисплей 2 строки 16 символов встроенный

- ВД – дисплей 2 строки 16 символов внешний – кабель до 1.5м.

Внешний вид устройства с встроенным дисплеем приведен на Рис .1.2.1.

Вариант с выносным дисплеем приведен на Рис.1.2.2



Рис.1.2.1



Рис.1.2.2

1.3 Основные технические характеристики

1.3.1. Каналы дискретного ввода и счета импульсов.

| | |
|--|-------------------|
| 1.3.1.1. Число каналов | 8 на плату ТС |
| 1.3.1.2. Входное сопротивление канала | не менее 2 кОм |
| 1.3.1.3. Время открывания канала | не более 0,5мсек. |
| 1.3.1.4. Время закрывания канала | не более 1мсек. |
| 1.3.1.5. Максимальная частота счета в - режиме счетчика для одного канала | не менее 100гц. |
| 1.3.1.6. Диапазон входных напряжений | от 16В до 36В |
| 1.3.1.7. Гальваническая изоляция каналов | 2500В |

1.3.2. Каналы коммутации цепей постоянного и переменного тока

| | |
|--|--|
| 1.3.2.1. Коммутируемое напряжение, ток для релейных модулей | DC 24В-6А вкл/выкл. 230В -вкл.6А, выкл.0,12А AC 250В-6А |
| 1.3.2.2. Время включения для релейных модулей | не более 10мсек |
| 1.3.2.3. Время выключения для релейных модулей | не более 10мсек |
| 1.3.2.4. Гальваническая изоляция каналов | 2500В |

1.3.3. Каналы телеизмерений

| | |
|---|-----------|
| 1.3.3.1. Число измеряемых аналоговых каналов на плате или для измерения токов КЗ 0-50А | до 7 2 |
| 1.3.3.2. Среднее время преобразования одного измерения | 64мксек |
| 1.3.3.3. Изменяемые величины - каналы 1-7 : | |

| | |
|--|--|
| переменного напряжения | 0,7–70.1В; 1,2–121.24В; 2,5–250В; 50Гц |
| постоянного напряжения | 0,05-75мВ, 0,05-5В, 2,5 – 250В |
| переменного тока прямого включения | 0-20мА; 50Гц |
| переменного тока трансформаторного включения | 0-5А; 0-50А; 50Гц |
| ток короткого замыкания, время отклика, удержания | 0-50А 0,25мс 3сек |
| постоянного тока | 0 – 5 мА; 0 – 20мА |
| 1.3.3.4. Измерение температуры при использовании цифрового датчика DS18S20 | -55 +125 °C ±0,5°C. |
| 1.3.3.5. Основная приведенная погрешность : | |
| при измерении постоянного тока и напряжения | 0,25%; |
| при измерении переменного тока и напряжения | 0.5 %; |
| при измерении тока короткого замыкания | 5 %. |
| 1.3.3.6. Дополнительная погрешность за счет изменения температуры (при изменении температуры на 10 градусов) | 0,1% |
| 1.3.3.8. Входное сопротивление канала (при измерении U=250В) | 500 кОм |
| 1.3.3.9. Входное сопротивление канала (при измерении I= 5А) | 100 Ом |
| 1.3.4. Каналы измерения мощности и телеизмерений. | |
| 1.3.4.1. Значения входных напряжений измерителя мощности: | |
| - для трехпроводного включения | U _{ab} ,U _{bc} =100В, |
| - для четырехпроводного включения | U _a ,U _b ,U _c =220В(127В) |
| - потребляемая мощность на фазу по цепям напряжения | 0,01 Вт |
| 1.3.4.2. Значения входных токов измерителя мощности: | |
| - для трехпроводного включения | I _a ,I _c =0-5А, |
| - для четырехпроводного включения | I _a ,I _b ,I _c =0-5А |
| - потребляемая мощность на фазу по цепям тока | 0,01 Вт |
| 1.3.4.3. Выходные измеренные величины | |
| - напряжения для трехпроводного включения | U _{ab} ,U _{bc} =100В, |
| - напряжения для четырехпроводного включения | U _a ,U _b ,U _c =220В |
| - токи для трехпроводного включения | I _a ,I _c =0-5А, |
| - токи для четырехпроводного включения | I _a ,I _b ,I _c =0-5А |
| - частота сети | 50Гц +/-5% |
| 1. 3.4.4. Выходные расчетные величины: | |
| - мгновенные значения мощностей (1сек) | P+,P-,Q+,Q- |
| - интегральные значения энергии 3мин, 30мин, | P+,P-,Q+,Q- |
| - накопленные значения энергии - за месяц, с момента включения. | |
| - профиль тридцатиминутных значений энергии | за 72 дня |
| 1.3.4.5. Основная погрешность: | |
| - при измерении переменного тока и напряжения | 0,5%; |
| - при измерении активной мощности | 1 %; |
| - при измерении реактивной мощности | 2,0 %; |
| - при измерении частоты | +/- 0.01Гц |
| 1.3.5. Общие параметры. | |
| 1.3.5.1. Скорость передачи информации гальванически изолированного интерфейса RS485 | от 1,2 до 115,2кбод |
| 1.3.5.2. Максимальное удаление модуля от головного устройства приема информации по экранированной витой паре: | |
| - при скорости обмена 9600 бод | до 1,5км. |
| - при скорости обмена 115200 бод | до 50м. |
| 1.3.5.3. Алфавитно-цифровой индикатор | 16 симв.2строки |
| 1.3.5.4. Погрешность хода внутренних часов сек/сутки | ±1сек |

| | |
|--|--------------------------------|
| 1.3.5.5. Сохранение данных в памяти - не менее | 100000 часов |
| 1.3.5.6. Средняя наработка на отказ – не менее | 120000 часов |
| 1.3.5.7. Срок службы | 20 лет |
| 1.3.5.8. Межповерочный интервал | 5 лет |
| 1.3.5.9. Степень защиты корпуса | IP66 |
| 1.3.5.10. Питание модуля: | |
| - УСО-ТМ источник DC | 12 – 30В не более 70мА - 30мА. |
| - УСО-ТМ-У источник DC | 12 – 30В не более 120мА -50мА |
| Выходные напряжения источника питания. | |
| Основной источник 5В | 5±0,25В. |
| Дополнительный источник 5В (RS485) | 5+0,75В-0,25В |
| Дополнительный источник 9В | 9±1В. |
| 1.3.5.11. Масса | от 500г до 1000 г. |
| 1.3.5.12. Габаритные размеры | 215x185x90мм |
| 1.3.5.12. Условия эксплуатации | |
| - температура окружающего воздуха: | |
| без индикатора | от -40° С до + 65° С ; |
| при использовании ЖКИ | от -30° С до + 65° С ; |
| при использовании ЛВИ | от -40° С до + 65° С ; |
| - относительная влажность воздуха | от 40% до 90% при +30°С; |
| - атмосферное давление | от 84 к.Па до 107 кПа. |

1.4 Конструкция УСО-ТМ, составных частей изделия.

Конструктивно, устройство выполнено на одной из двух базовых двухсторонних печатных плат размером 190x110x1.5(мм). На базовой плате устанавливаются элементы процессора внутреннего интерфейса AtMega16 и элементы модуля учета, а также модули ТС, ТУ, ТИ, ЦПУ, блока питания DC, драйвера RS485. Кроме того устанавливаются клеммные колодки для подключения внешнего питания, аналоговых и цифровых сигналов, каналов управления ТУ, подключения датчика температуры, интерфейса «RS-485», цепей напряжения и тока для измерения мощности. Устройство размещено в корпусе с гермовводами и имеет съемную крышку доступа к клеммной колодке для подключения к объекту и крышку доступа в приборный отсек. В верхней части корпуса расположен жидкокристаллический индикатор 16x2 и светодиоды индикации.

Трансформаторы тока КЗ и тока 5А выполняются в виде тороидальных трансформаторов и устанавливаются на промежуточную плату. Для подключения токовых цепей предназначены шесть силовые клеммы с максимальным током до 80А. Для входного тока до 50А входная обмотка имеет один виток. Выходные обмотки две – одна токовая для измерения мощности, другая – напряжения для измерения тока КЗ. Возможна модификация, в которой вместо двухобмоточного трансформатора используются два отдельных трансформатора. Блок схема устройства УСО-ТМ и УСО-ТМУ приведено на рис 1.4.1 и рис 1.4.3 соответственно. Расположение разъемов дано на рис 1.4.2 и рис 1.4.4.

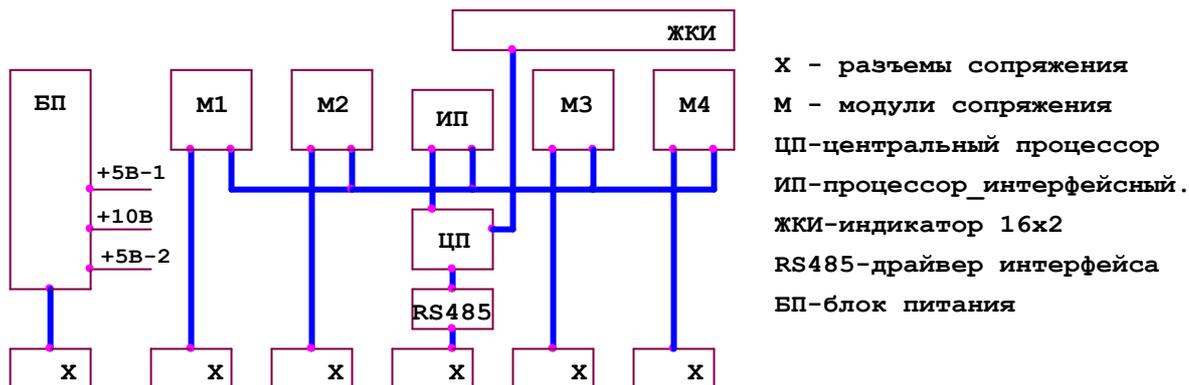


Рис 1.4.1. Блок схема USCO TM.

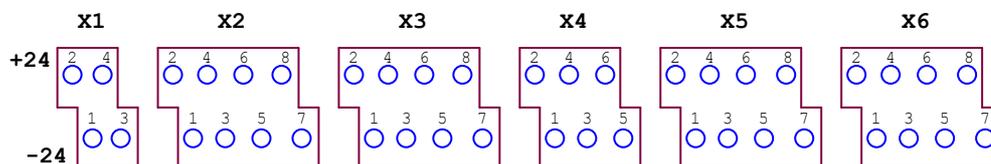


Рис 1.4.2. Расположение разъемов USCO TM.

Устройство смонтировано с применением поверхностного монтажа на микросхеме интерфейса MAX3086 и микропроцессорах AtMega16 и AtMega162, AtMega128, счетчике ADE7758.

Делители напряжения и нормирующие резисторы класса 0,1, а также все элементы модуля учета располагаются на основной плате, что повышает точность измерения.

Допускается устанавливать в один корпус модификации ТМ-У одну плату ТС и одну плату ТУ или по две платы ТС или ТУ, одну плату измерителя тока КЗ, плату питания, плату ЦП.

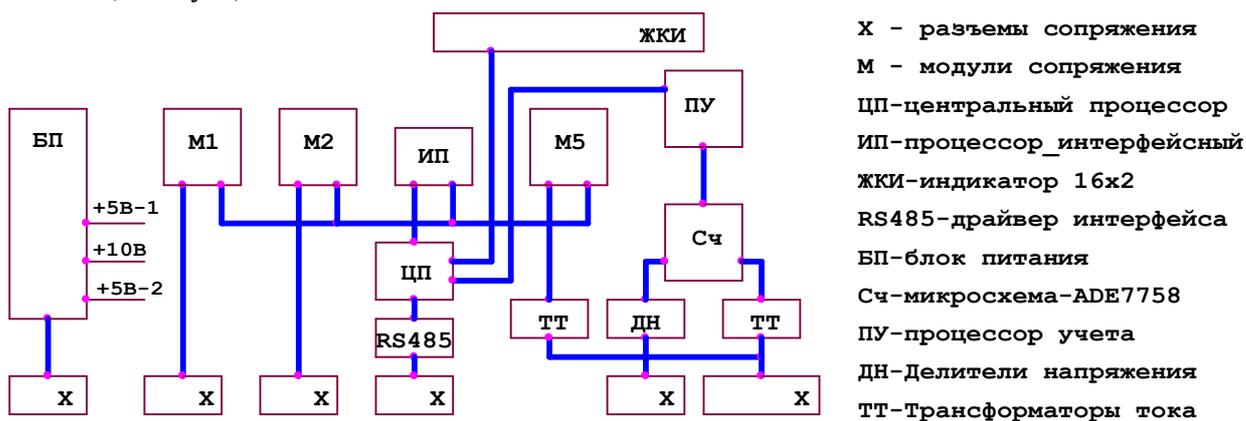


Рис 1.4.3. Блок схема USCO-TM-U

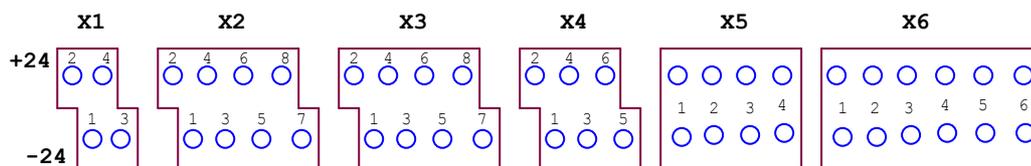


Рис 1.4.4. Расположение разъемов УСО ТМ.

Для модификации без учета мощности допускается устанавливать четыре модуля в любой конфигурации – ТС, ТУ, ТИ, а также одну плату источника питания, что отражается в спецификации на заказ.

Конфигурация измерительной части модулей, номиналы резисторов задаются таблицей исполнения.

Алфавитно-цифровой индикатор установлен на крышке прибора и имеет декоративную накладку. При понижении температуры ниже -20 градусов увеличивается ток подсветки индикатора ЖКИ, что дополнительно подогревает индикатор.

1.4.1. Конструкция модуля ЦПУ.

Модуль ЦПУ выполнен двусторонней печатной плате на основе процессора AtMega128 и включает в себя следующие основные узлы:

- процессор со схемой сброса и разъемами программирования и отладки
- кварцевый генератор на частоту 11.059.200 Гц
- интерфейс связи с ЖКИ индикатором с регулятором контрастности и подсветки
- разъем для установки на материнскую плату, подключения индикатора ЖКИ

а также дополнительные узлы, монтируемые по заказу:

- часы реального времени M41T56M6 с календарем и кварцем 32768Гц
- дополнительная последовательная Flash память AT24C1024

1.4.2. Конструкция модуля ТС.

Модуль ТУ выполнен двусторонней печатной плате на основе буфера 8 разрядной шины - 74НС7540 и включает в себя следующие основные узлы:

- входные элементы сопряжения с напряжением 24В и индикации на основе L934I
- элементы гальванической развязки – оптроны HCPL181 с с резисторами нагрузки
- собственно буфер шины 74НС7540 с джамперами выбора CS.
- разъемы для установки на материнскую плату.

1.4.3. Конструкция модуля ТУ.

Модуль ТС выполнен двусторонней печатной плате на основе 8 разрядного регистра с тремя состояниями - 74НС573 и включает в себя следующие основные узлы:

- выходные элементы управления - реле V23092-A1024-A201
- элементы гальванической развязки – оптроны HCPL181 с с резисторами нагрузки
- узел внутреннего разрешения функции управления.
- собственно регистр 74НС573 с джамперами выбора CS
- разъемы для установки на материнскую плату.

1.4.4. Конструкция модуля ТИ, модификации

Модуль ТИ выполняется в двух вариантах на основе двусторонней печатной платы с возможностью установки мезонина – платы расширения и имеет следующие модификации:

- гальванически не изолированный – модули 0-20мА, тока КЗ, – обычно выполняются на базе одной платы и имеют следующие узлы:

- микропроцессор AtMega16 с элементами сброса, выбора, кварцевого генератора

- узел точных резисторов преобразования ток-напряжение и фильтров высокой частоты.
- двухполупериодный измерительный выпрямитель на основе операционного усилителя с элементами фильтрации
- разъемы для установки модуля на материнскую плату
- гальванически изолированный – может выполняться на базе одной платы – модули измерения 75мВ, измерение напряжения, или с дополнительным мезонином – модули 2х канального измерения 75мВ, модуль 7U. Модуль 2 СН имеют следующие узлы:
 - микропроцессор интерфейсный AtMega16
 - узел цифровой гальванической развязки на HCPL181,
 - узел трехканального гальванически развязанного источника питания на микросхеме MAX845 с элементами подстройки выходного напряжения.
 - узел измерительный на основе AtMega16 с элементами индикации связи
 - узел согласования уровней – усилитель на основе DA8551 или LM2904 с источником отрицательного напряжения на элементе 74HC14
 - двухполупериодный измерительный выпрямитель на основе операционного усилителя с элементами фильтрации
 - разъем для установки модуля на материнскую плату.

1.4.5. Конструкция модуля учета.

Конструктивно, модуль учета смонтирован на базовой плате, кроме токовых трансформаторов, монтируемых на мезонинной плате. Модуль состоит из узлов:

- узла токовых трансформатора (2 или 3) с элементами нагрузки и фильтрации
- узла делителей напряжения с фильтрами
- собственно микросхемы счетчика ADE7758 с источником прецизионного опорного напряжения AD780, аналоговым источником стабилизированного питания LM7805 и элементами сброса, на полевом транзисторе Si2305
- узла управления и накопления и сохранения результатов счета на процессоре AtMega128 с кварцем, часами реального времени M41T56M6, двумя микросхемами памяти AT24C1024, разъемами программирования, отладки и импульсных выходов. Непрерывность хода часов реального времени обеспечивается ионистором и литиевой батареей установленных на базовой плате.
- узел входных разъемов состоит из группы силовых проходных разъемов с максимально допустимым током 80А. Для подключения цепей напряжения используется 4х контактный разъем, для подключения цепей тока – шести контактный разъем.

1.4.6. Конструкция модуля драйвера RS485.

Модуль драйвера RS485 выполнен в виде малогабаритной, легко заменяемой печатной платы. На ней установлены – узел гальванической развязки на микросхемах ADuM1200 и микросхема собственно драйвера RS485 - MAX3088, разъем для установки на базовую плату.

1.4.7. Конструкция модуля индикатора.

Конструктивно модуль индикатора состоит из собственно индикатора WH1602L с размером сегментов 9,6мм, стеклотекстолитовой платы носителя и 20 проводного шлейфа соединения с модулем ЦПУ.

1.4.8. Конструкция модуля БП.

Модуль блока питания выполнен на двухсторонней печатной плате с установленными с двух сторон элементами, сгруппированными в следующие узлы:

- входной узел с элементами защиты и фильтрации
- микросхема обратноходового DC-DC преобразователя типа MC33063AD с цепями защиты, регулировки и импульсным трансформатором
- три гальванически изолированных выпрямителя на напряжения +5В1 0,2А, +5В2 0,1А и +10В 0,1А.

Высоковольтные цепи на разъемах разделены неиспользуемыми контактами, а в силовых, либо слаботочных цепях используются дублированные контакты.

В блоках питания все выходные цепи гальванически изолированы от входных и друг от друга. Обратная связь выполнена при помощи оптронов. Стабилизирован основной канал 5В, остальные каналы привязаны к нему.

1.5. Устройство и работа модулей УСО-ТМ.

Устройство УСО-ТМ предназначается для установки в ячейки подстанций 110/35/6кв и предназначается для сбора данных с контактов защит, состояния аппаратуры, управлением вакуумного выключателя, измерением напряжений, токов, мощностей потребляемых отходящей линией, собиранием и сохранением 30 минутного профиля нагрузки. Конфигурация и соответственно работа УСО-ТМ определяется типом ячейки в которую УСО устанавливается. Перечислим основные типы ячеек и соответственно их функциям состав УСО. Полученные данные сведены в таблицу 6.1

| Тип ячейки | Тип УСО | ТС | ТУ | ТИ | Учет | Д | Т |
|--------------------|----------|-----|----|-------|------|---|---|
| Распр. Устройство. | УСО-ТМ | 8x4 | - | - | - | - | х |
| Вводная | УСО-ТМ-У | 8 | 3 | КЗ | х | х | - |
| Секц.Разъединитель | УСО-ТМ | 8 | 3 | - | - | - | - |
| Ячейка НТМИ | УСО-ТМ | 8 | 3 | 7U | - | х | - |
| Ячейка АЧР | УСО-ТМ | 8 | 3 | - | - | - | - |
| Ячейка АВР | УСО-ТМ | 8 | 3 | - | - | - | - |
| Ячейка АПВ | УСО-ТМ | 8 | 3 | - | - | - | - |
| Ячейка СН | УСО-ТМ-У | 8 | 3 | - | х | х | х |
| Отходящая линия | УСО-ТМ-У | 8 | 3 | КЗ | х | х | - |
| Двигатели, насосы. | УСО-ТМ | 8 | 3 | 6Ix2 | - | х | - |
| Ток возбуждения. | УСО-ТМ | 8 | 3 | 75мВ. | - | х | - |

Таблица 6.1. Функциональный состав УСО-ТМ.

Блок схемы УСО-ТМ и УСО-ТМ-У представлены на рис 1.4.1 и рис 1.4.3 соответственно.

Рассмотрим устройство и работу составляющих их модулей:

Микропроцессор шины является общим узлом обеих базовых плат и необходим для непрерывного опроса периферийных модулей ТС, ТИ, управления модулем ТУ. В круг его задач входит устранение дребзга контактов, подготовка буфера данных ТИ, отслеживание алгоритма управления ТУ. Он выполнен на микросхеме AtMega16, установленной на базовой плате. Микропроцессор связан параллельными шинами с одной стороны с периферийными модулями - шина данных D1_0-D1_7, и строками SC1-CS6, с другой стороны с центральным процессором D2_0-D2_7 и линиями управления StP1, StP2. Микропроцессор имеет собственный кварцевый генератор, с частотой 11059200Гц, внешнюю – от центрального процессора схему сброса, разъем внутрисхемного программирования.

Алгоритм обмена с ЦПУ приведен на диаграмме 2.5.1. Алгоритмы обмена с платами ТС, ТУ, ТИ приведены в соответствующих разделах описания соответствующих модулей.

1.5.1. Устройство и работа модуля ЦПУ.

Функционально центральный процессор состоит из трех функциональных блоков – микропроцессора AtMega 128, с цепями сброса на микросхеме DS1813D и кварцевым генератором на частоту 11.059.200 Гц, блока управления индикатором с цепями управления контрастностью и измерением внутренней температуры- DS18S20 – рис 6.2, и блока расширения, состоящего из дополнительной Flash памяти- AD24C1024, часов реального времени M41T56M6.

Микропроцессор имеет две параллельные восьмиразрядные шины D0-D7 для подключения к процессору опроса и DL0-DL7 для подключения к ЖКИ – разъем X1. Последовательный порт COM0 служит для связи с контроллером, кроме того – через те же контакты RxD0/PDI и TxD0/PDO производится внутрисхемное программирование процессора – разъем J1. Второй последовательный порт – COM1 используется для связи с процессором модуля учета. Микропроцессор принимая запросы от контроллера по интерфейсу RS485 выполняет свои команды и запросы, и ретранслирует на МП учета команды и запросы адресуемые ему.

Обмен, двунаправленный, по параллельной шине связи с процессором опроса – AtMega16 выполняется с участием двух линий запроса – синхронизации St1, St2.

Процессор 1- обычно ЦПУ, желающий получить данные от процессора шины, выставляет на линию StP1 импульс длительностью 2мксек, затем переводит свой вход на прием. Второй процессор завершает текущие операции и не позже чем через 1мсек подтверждает готовность к передаче, выставляя на ту же линию уровень 0, затем со скоростью 2МГц передает данные из буфера, подтверждая каждый байт данных D0-D7_P2 стробом StP2P2 по линии StP2. Первый процессор по заднему фронту импульса строба принимаемые данные записывает в память. Длина буфера всегда фиксирована. По принятию последнего байта принимающий процессор снимает готовность. Так как все входы линий переводятся в режим ввода, следующий цикл передачи может быть произведен в любую сторону, то есть на диаграмме меняются местами P1 и P2..

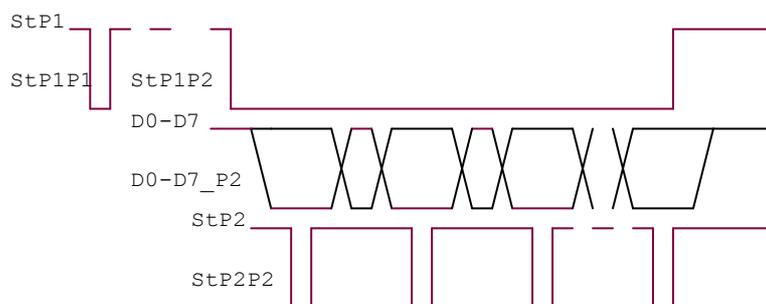


Диаграмма 1.5.1. Межпроцессорный обмен.

Для отладки программного обеспечения процессора используется разъем X7, устанавливаемый только на сигнальные образцы, либо по заказу. Для отладки микропроцессоров типа AtMega фирмы Atmel используется отладчик JTAG МК ICE-2.

Для внутрисхемного программирования используется программатор AC2-AC4.

Узел сопряжения с ЖКИ фирмы WINSTAR типа WH1602L состоит из:

- разъема X1, на который выведены следующие сигналы – шина данных DL0-DL7, W/R-сигнал чтения --- записи, RS – сигнал выбора регистра записи/чтения 1- данные, 0 – команды, E – разрешение работы входного двунаправленного буфера данных, защелкивание по переходу из высокого состояния в низкое, V0- сигнал управления контрастностью индикатора, напряжение питания +5В и земля – GND1. на контакты 15, 16 разъема подключены светодиоды подсветки. Яркость подсветки и соответственно

рассеиваемая мощность является дополнительным фактором подогрева индикатора при отрицательных температурах. Температура индикатора измеряется цифровым датчиком DD1-DS18S20. По результату измерения регулируется контрастность индикатора – напряжение V0. Напряжение регулируется изменением скважности импульсов, поступающих с выхода CL0. С уменьшением температуры напряжение V0 уменьшается с +1.8В до -0.7В. Одновременно при минусовых температурах увеличивается время смены кадра на индикаторе, так как резко снижается подвижность кристаллов. Одновременно при снижении температуры до -15 градусов в 1 устанавливается выход RT1, включая вторую ступень подсветки на 50% увеличивая подогрев индикатора. Возможна ручная подстройка контрастности -R18 для индивидуальной настройки на конкретный индикатор.

Узлы дополнительных устройств - это часы реального времени выполненные на микросхеме M41T56M6 и кварцевым генераторе Q2 – 32768Гц. Питание часов – в случае кратковременного отключения, до недели, обеспечивает ионистор C9 – 0,1F. Часы поддерживают как время, так и календарь. Кроме того, в часах есть небольшая статическая память для использования. Часы имеют встроенный адрес 0, память адрес 1.

1.5.2. Устройство и работа модуля ТС

Восьмиканальный модуль ввода цифровых сигналов построен по схеме, приведенной на рис 1.5.2. На схеме изображены два канала ввода. Первый канал- с чисто резистивным заданием тока порога срабатывания канала, осуществлен на двух резисторах R1, R2. Коэффициент передачи по току, для оптрона HCPL181, изменяется от 50% до 600%. По этой причине зона переключения из положения “отключено” в положение “включено” может изменяться от 2,5 до 4,5В. Такое подключение используется, если источником сигнала служат цифровые элементы с напряжением питания +5В. Для повышения помехозащищенности вместо резистора R2 может устанавливаться стабилитрон, например такой как установлен в канале 2 – TZMC9V1 с напряжением стабилизации 9.1В. Применение стабилитрона смещает зону переключения до напряжений 11,6 – 15,6В. Таким образом при работе с источниками сигнала, работающими при напряжениях до 5В используется схема на резисторах и оптронах групп C,D. При работе с релейными контактами при питании 24В рекомендуется использование схемы со стабилитроном. Стандартное исполнение – на напряжение 24В. В случае применения других напряжений питания сухих контактов это необходимо указывать в заказной спецификации.

После гальванической развязки сигнал поступает на вход драйвера шины 74НС7540. Так как выход оптрона выполнен по схеме с общим коллектором, включенному состоянию выхода оптрона соответствует высокий потенциал на выходе оптрона, и низкий потенциал на выходе драйвера шины. К особенностям входов микросхемы 74НС7540 необходимо отнести наличие триггеров Шмита, они формируют крутые фронты сигналов прошедших RC фильтры R1,R2,C1.

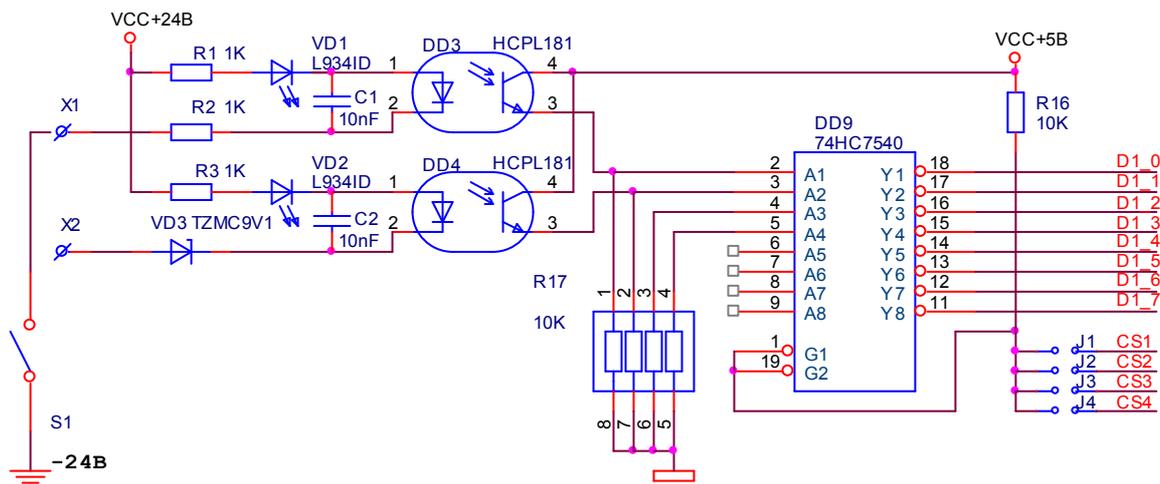


Рис 1.5.2.. Схема построения каналов ТС.

Считывание данных производится по одному из стробов CS1-CS4, номер строба соответствует установленному джамперу и соответственно номеру платы в УСО-ТМ. Нумерация плат ведется слева направо. Импульс строба – для скорости обмена 2 МГц составляет примерно 350нсек. Диаграмма процесса считывания данных с платы ТС приведена на диаграмме 1.5.3.

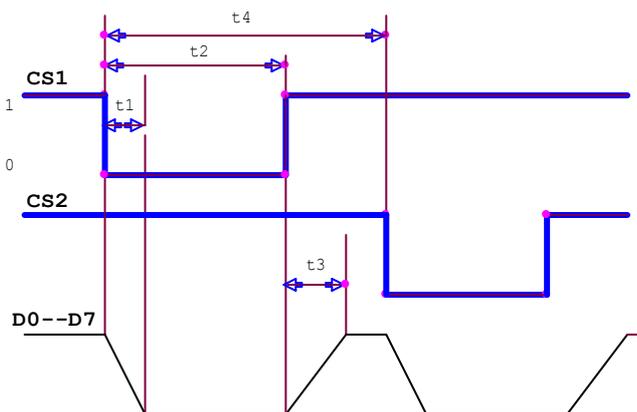


Диаграмма 1.5.3. Считывание данных ТС.

Для скоростей шины 2 МГц $t_1=20-40$ нсек, $t_2= 350$ нсек, $t_3=100-150$ нсек, $t_4=500$ нсек.

Необходимо отметить, что времена переднего фронта считываемых данных – t_1 и заднего фронта t_3 существенно отличаются. Передний фронт определяется заряд/разрядом емкости линии шины через низкое сопротивление шины, а задний фронт определяется той же емкостью, но высоким сопротивлением притягивающих резисторов, хотя для правильного считывания приемником состояния шины это не существенно. Нужно только соблюдать правило – $t_2 < t_1$ и считывание производить по заднему фронту CS.

1.5.3. Устройство и работа модуля ТУ.

Схема трехканального модуля ТУ приведена на рис 1.5.4. На схеме модуля, кроме выходных контактов, приведены полностью только два канала – канал разрешения управления DD4 и канал 3 управления – DD4.

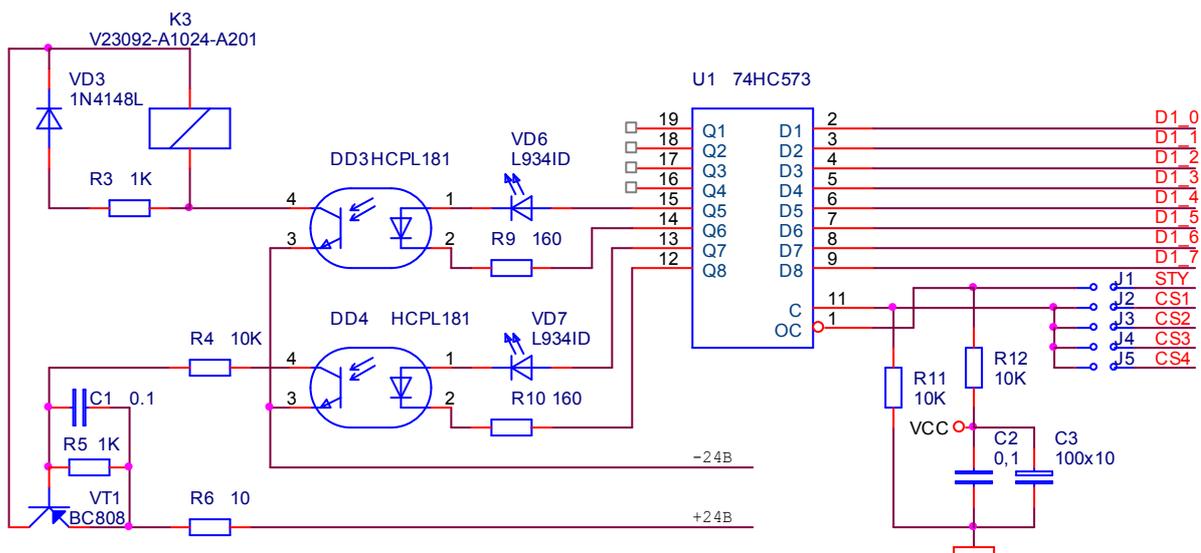


Рис 1.5.4. Схема модуля ТУ.

Одной из основных задач является обеспечение невозможности ложного срабатывания канала ТУ в случаях зависания процессора, сбоях при импульсных наводках и так далее. Поэтому введены три степени защиты от ложных срабатываний:

- первая ступень - управление двумя разрядами шины, что обеспечивает включение канала только при наличии комбинации $D1_0=1, D1_1=0$. Остальные три комбинации не приводят к появлению тока оптрона гальванической изоляции канала, то есть срабатывание канала в случаях появления комбинаций 00 и 11, возникающих при сбросе, либо появлении импульсной помехи, не происходит.

- вторая ступень - введение четвертого канала на оптроне DD4 и транзисторе VT1, разрешающее подачу напряжения на управляющие реле, установленные внутри модуля. То есть без включения данного каскада управление невозможно.

- третья ступень это канал разрешения управления – реле K3, оптрон DD3. Данный канал коммутирует внешние цепи разрешения управления устройством, причем сигнал разрешения должен быть включен раньше собственно управления.

Каналы K1, DD1 и K2, DD2 соответственно образуют каналы телеуправления “ВКЛ “ “ ВЫКЛ “. Обычно это каналы с подхватом, то есть сигнал управления подается на внешнее устройство на время 1 сек, затем отключается, а устройство должно остаться включенным. Также производится управление каналом “ВЫКЛ”.

Управление каналами ТУ производится микропроцессором через внутрисхемную параллельную шину данных. Микропроцессор выставляет данные управления и разрешения, затем положительным импульсом строга CS защелкивает в регистр управления 74HC573 данные и затем на одну секунду открывает сигналом STY выходы микросхемы, выводя их из третьего состояния. Для выключения каналов на вход подают комбинацию 01010101 и положительным импульсом записывают во внутренний регистр, тем самым исключая включение канала при ложном срабатывании STY.

Диаграмма процесса записи в регистр телеуправления приведена на диаграмме 1.5.5.

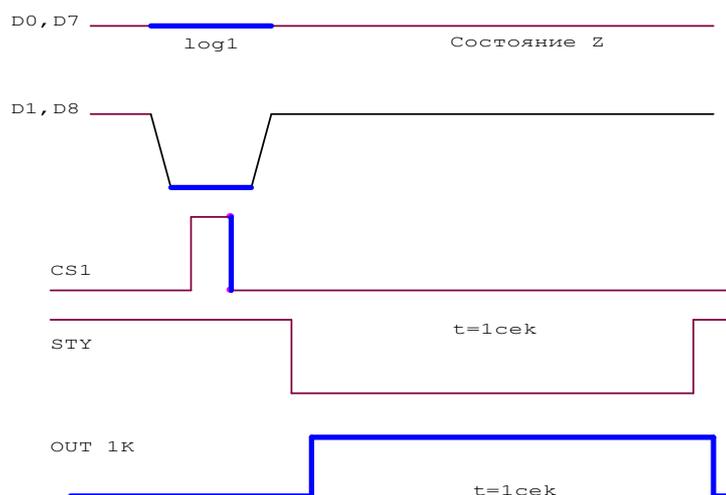


Диаграмма 1.5.5. Включение канала ТУ1.

1.5.4. Устройство и работа модуля ТИ, модификации

Основной принцип работы модулей ТИ – прямое преобразование постоянного или переменного напряжения или напряжения образованного протекающим током через нормирующие резисторы непосредственно в цифровое значение, как мгновенное, так и интегрированное по полупериоду или периоду измеряемого напряжения. Гальваническая изоляция между измерительным микропроцессором и интерфейсным микропроцессором осуществляется через оптроны последовательного канала связи. При измерении токов гальваническая развязка обеспечивается токовыми трансформаторами.

- Рассмотрим группу модулей измерения тока:

- измерение постоянного тока 0-20мА. Схема функционально электрическая принципиальная шестиканального модуля измерения постоянного тока 0-20мА представлена на рис 1.5.6. без присоединительных разъемов.

Измеряемый ток 20 мА образует на нормированном резисторе 98,8 Ома падение напряжения 1,976В, что составляет 79% от максимального значения 2,5В. Далее измеряемое напряжение поступает через RC фильтр верхних частот на вход АЦП микропроцессора. Измерение производится в режиме 10 разрядного преобразования с ценой разряда 0.00241В при использовании встроенного генератора опорного напряжения 2,5В. Использование высокостабильного резистора 98,8 Ома класса 0,1%, отсутствие промежуточных преобразований, а также проведение калибровки в процессе которой устраняются начальные сдвиги и учитывается нелинейность АЦП, позволяет достигать точности измерений не хуже 0,1% при нормальной температуре и добавление погрешности 0,1% на каждые 10 градусов изменения температуры.

Включение микропроцессора особенностей не имеет. Кварцевый генератор с частотой 3.686.400. Гц позволяет снизить потребление тока процессором до уровня 5 мА. Аналоговая часть процессора запитана через LC цепочку L2-100мкГ и С10-1,0мкФ.

Разъем Х1 используется для внутрисхемного программирования процессора, джамперы J3-J6 используются для определения положения платы на базе. Для перекачивания по восьмиразрядной параллельной шине полного буфера из 12 байт достаточно 6мк сек. Начальный сброс модуля выполняется супервизором центрального процессора, а в процессе калибровки оператором – замыканием джампера J2.

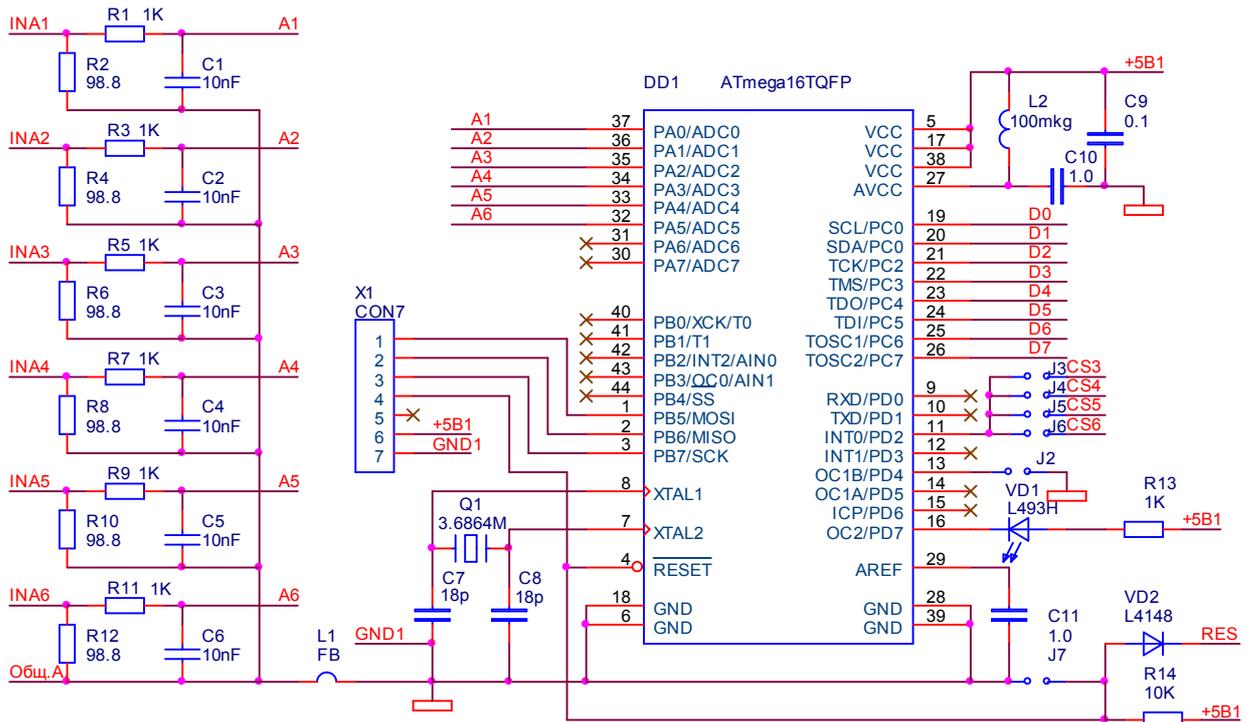


Рис 1.5.6. Модуль ввода постоянного тока 0-20мА.

В случае необходимости ввода постоянного тока с гальванической развязкой используется модуль ввода переменного напряжения 3х или би канального с гальванической изоляцией.

- измерение переменного тока. Используется два типа модулей – модуль 2х или 4х канальный модуль измерения переменного тока 5А, или универсальный модуль – два канала тока 5А плюс два канала измерения тока КЗ 50А.

Во всех модулях измерения тока процессорная часть однотипна, поэтому приведем только примеры входных каскадов и узла двухполупериодного выпрямителя.

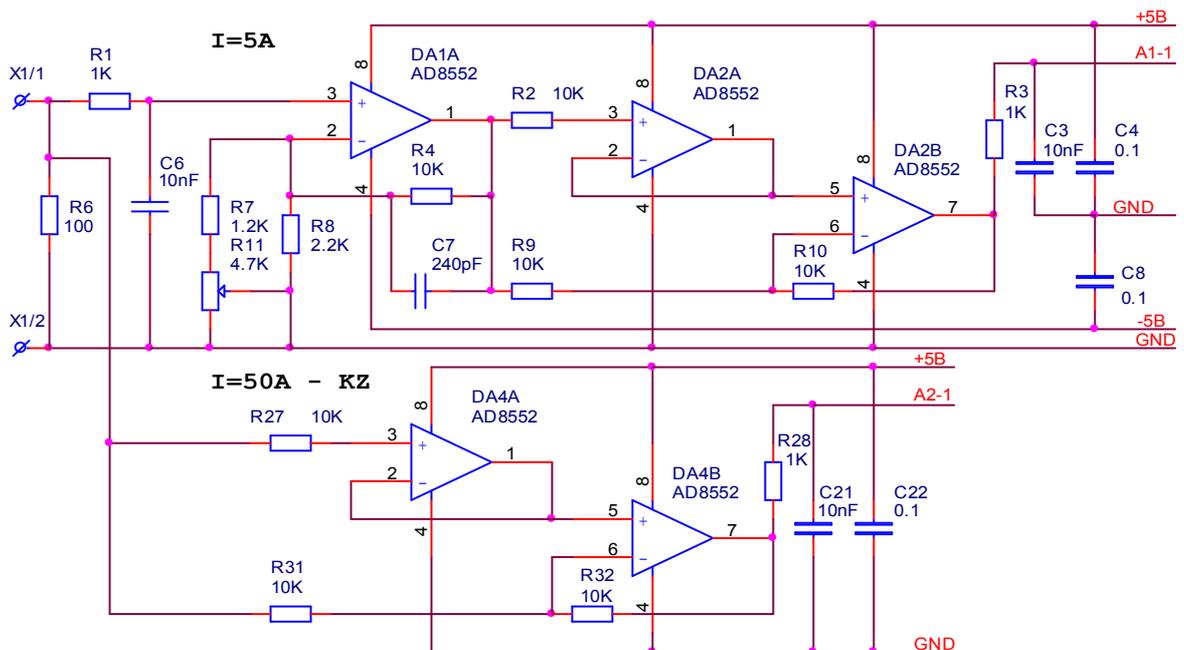


Рис 1.5.7. Схема измерения КЗ-50А и 5А.

- двухканальный модуль измерения тока КЗ-50А и 2х канальный тока 5А универсальный, имеет общие трансформаторы и два микропроцессора – один для измерения тока КЗ,

второй для измерения тока 5А. Это необходимо для обеспечения быстродействия, так как один работает по измерению амплитуды, второй измеряет интегральный параметр. Приведем пример построения каскада КЗ и каскада 5А, работающего от одного токового трансформатора с одновитковым входом первичного тока 5-50А – схема рис 6.5.4. Каскад 5А имеет входной усилитель на микросхеме DD1А –AD8552 с подстройкой усиления в пределах 10-15 раз и фильтр высоких частот на входе, что позволяет на входах выпрямителей иметь примерно одинаковое амплитудное напряжение 2-2,2В. Выпрямитель двухполупериодный, выполнен на двухканальном усилителе AD8552, хорошо работающем при однополярном питании. Он работает следующим образом – первый каскад работает в режиме повторителя с коэффициентом усиления 1, второй каскад инвертирующий также с коэффициентом усиления -1 по входу 6 и 1 по входу 5. Когда на входе выпрямителя напряжение положительное, на выходе 1 и соответственно входе 5 и выходе 7 напряжение повторяет входное. Когда входное напряжение отрицательно, на выходе 1 напряжение равно 0, так как питание однополярное, а на выходе 7 напряжение повторяет входное по амплитуде, но инверсно по знаку. На выходах обоих выпрямителей каналов включены фильтры верхних частот. Как уже упоминалось входы выпрямителей 5А поступают на один микропроцессор, выходы выпрямителей 50А на другой. В случае, когда требуются только токи КЗ каналы усиления, выпрямители и микропроцессор канала 5А не монтируется. Еще одно замечание – модуль 5А - КЗ 50А не имеет выходы на фронтальные разъемы, так как входные токи снимаются с трансформаторов тока устанавливаемых параллельно трансформаторам модуля учета, при этом монтируются каналы только тока КЗ, или отдельно, если модуль учета не используется. В таком случае собираются каналы 5А и 50А.

• Рассмотрим группу модулей измерения тока напряжения 75мВ и переменного напряжения. Все они имеют одинаковую выходную часть – микропроцессор выхода на параллельную шину, трехканальный, гальванически изолированный преобразователь напряжения 5В. Входные каскады с цифровой гальванической развязкой имеют каскады согласования и микропроцессор с АЦП. Рассмотрим процессор выхода на шину-рис 1.5.8.

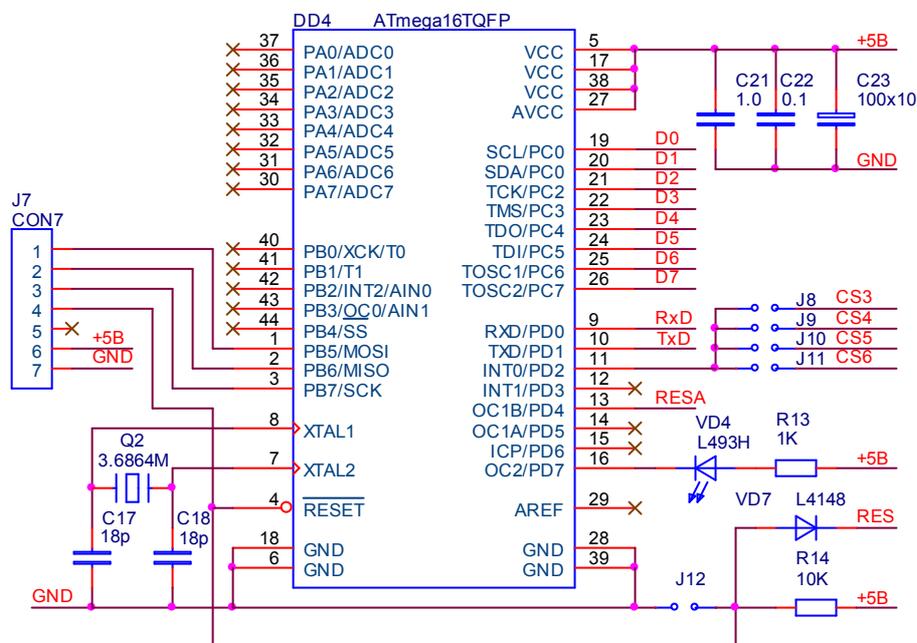


Рис 1.5.8. Микропроцессор выхода на шину.

Микропроцессор выполняет другие функции, чем изображенный на рис 1.5.6.:

- у него не используются входы АЦП. Вместо функции преобразования – выполняется

посредством последовательного порта - входы RxD, TxD, опрос гальванически изолированных микропроцессоров которые и занимаются преобразованием аналоговых сигналов в цифру. Разделение данных производится по адресу микропроцессора. Сигнал запроса слышат все, а отвечает тот, чей адрес совпадает с запросом.

- кроме этого есть еще один сигнал – RESA – сброс измерительных микропроцессоров. Он управляет включением/отключением преобразователя. Установка выхода в 1 приводит к отключению преобразователя, а установка в 0 снова включает, при этом, в случае включенных Fuse бит сброса, происходит сброс процессоров.

Рассмотрим функционирование преобразователя – рис 1.5.9.

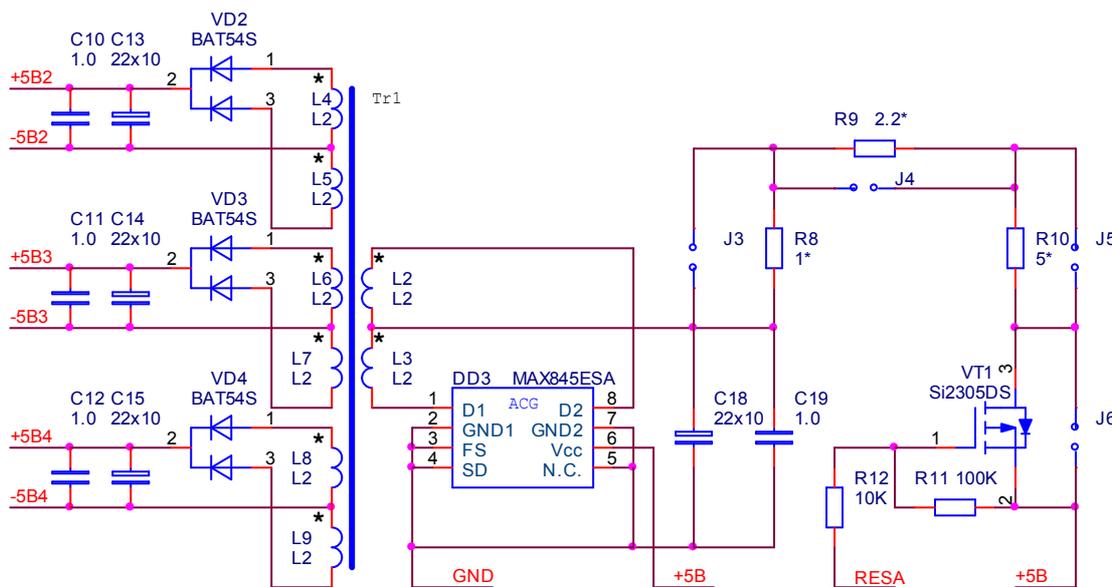


Рис 1.5.9. Схема трехканального преобразователя 5В/5В.

Основу преобразователя составляет микросхема двухтактного преобразователя, работающего с частотой 450кГц MAX845. В роли гальванического барьера выступает трансформатор Tr1 имеющий одну первичную обмотку с отводом от середины обмотки и три аналогичных вторичных обмотки. Выходное переменное напряжение при полностью замкнутых джамперах J3, J4, J5 составляет около 6 вольт. После выпрямления, напряжение под нагрузкой составляет 5,2-5,6В. Снимая джамперы можно добиться напряжения на выходах нагруженных каналов 5-5,15В. В качестве выпрямителей используются быстродействующие диоды Шотки, а в качестве емкостей - керамические конденсаторы большой емкости – 22мкФ на 10В.

Сами гальванически изолированные измерительные узлы могут располагаться как на модулях ТИ, так и на дополнительных платах мезонинах, присоединяемых к основным ТИ. Это могут быть – второй канал измерения 75мВ, узел измерения $U_{ab}, U_{dc}, U_0, U_{ac}$, измерение U_a, U_b, U_c , второй секции шин.

- приведем схему измерения напряжения 75мВ – рис 1.5.10. Она состоит из микропроцессора AtMega16 с 10 разрядным АЦП. В данной схеме используется только один канал. Гальваническая развязка выполнена на микросхеме ADuM1201. Светодиод VD3 предназначен для индикации процесса связи и прохождения процесса калибровки. Переключение в процесс калибровки осуществляется установкой джампера J5. Калибровка осуществляется в двух точках подачи 25% и 75% от максимального напряжения 75мВ. Выбор нижнего и верхнего пределов калибровки осуществляется автоматически. Диод VD7 составляет с аналогичным диодом на мезонине второго канала схему монтажного И. Это возможно, так как выход COM порта всегда 1, а данные передаются лог.0. На приемной стороне, микросхеме выхода на шину, вход RxD

привязывается резистором к +5В. Контакты К1-К8 предназначены для подключения мезонина - второго канала. Сигнал 75 мВ снимается с низкоомного четырехпроводного шунта и посредством экранированной витой пары подается на измерительный усилитель постоянного тока, выполненный на операционном усилителе AD8551 работающем в режиме с однополярным питанием.

Коэффициент усиления регулируется от 20 до 80 резистором R12. Полоса пропускания усилителя ограничивается интегратором на конденсаторе С14. Диоды VD5,VD6 ограничивают входное напряжение. Резистор R8 замыкает входную цепь при отключенном шунте. Резисторы R7, R10 служат ограничителями тока и предохранителями в случае отключения шунта (сгорания) под нагрузкой.

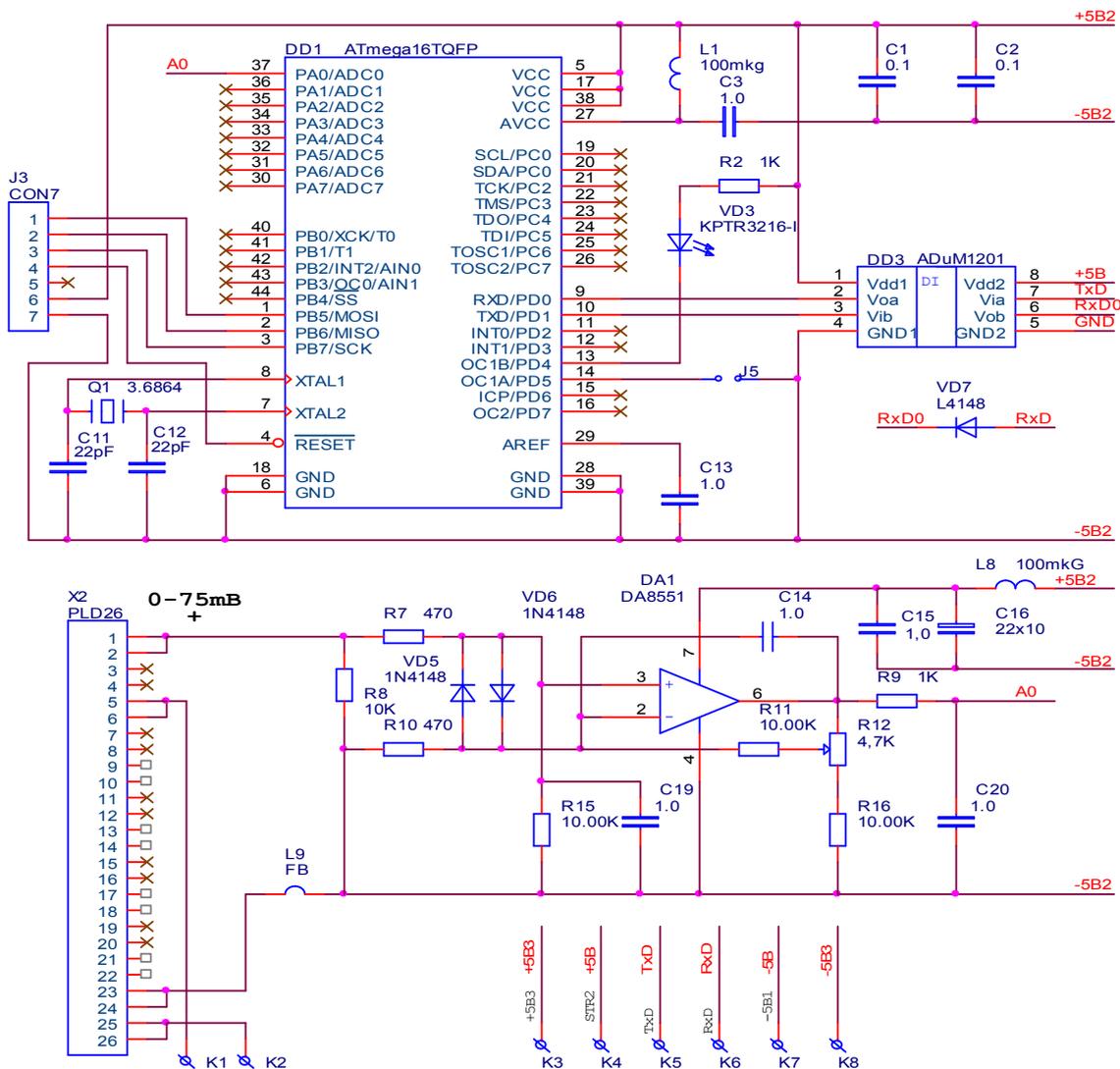


Рис 1.5.10. Схема измерения постоянного напряжения 75 мВ.

- рассмотрим схему измерения напряжения собственных нужд – фазные. 220В. Так как мы имеем базовую плату с микропроцессором шины аналогичным рис 1.5.8, преобразователем и измерительным микропроцессором на базовой плате и плате мезонина, При измерении переменного напряжения мах 250В делитель 499К и 3,32К выдает амплитудное напряжение 2,3В, что меньше опорного напряжения 2,5В.

- и последний модуль – измерения напряжения НТМИ – трех фазных, трех линейных и напряжение $3U_0$. На входном разъеме мы имеем три напряжения U_a , U_b , U_c , $3U_0$, N , причем напряжение $3U_0$ измеряется относительно фазы Б, то есть три последовательно включенные обмотки, образующие напряжение $3U_0$ подключены одним концом к фазе Б. Как и в предыдущем случае, основной модуль состоит из микропроцессора шины, преобразователя, измерительного микропроцессора, измеряющего фазные напряжения U_a , U_b , U_c , относительно нейтрального провода..

На плате мезонина расположены два гальванически изолированных микропроцессора, один из которых измеряет фазные напряжения U_{ab} , U_{bc} , и напряжение $3U_0$, причем все напряжения измеряются относительно фазы Б, в том числе и напряжение $3U_0$. Второй микропроцессор мезонина измеряет напряжение U_{ac} .

Все делители подобраны так, чтобы амплитудное напряжение не превышало 2-2,2В.

Данные, с выходов всех микропроцессоров, проходят через свои цифровые гальванически изолированные развязки. Выходы которых объединяются через диоды по монтажному И. Считывание данных с конкретного микропроцессора производится по его модемному адресу.

1.5.5. Устройство и работа модуля учета.

Модуль учета расположен на базовой плате УСО-ТМ-У. Функционально его можно разбить на три основные группы:

- входные цепи нормирования тока, делители напряжения с цепями фильтрации высших частот.
- преобразователь токов и напряжений в цифровые значения с генератором опорного напряжения.
- микропроцессор учета с внешней Flash памятью и часами реального времени.
- схема формирования гальванически изолированных импульсов.

Рассмотрим работу этих устройств.

- схема внешних подключений приведена на рис 1.5.11.

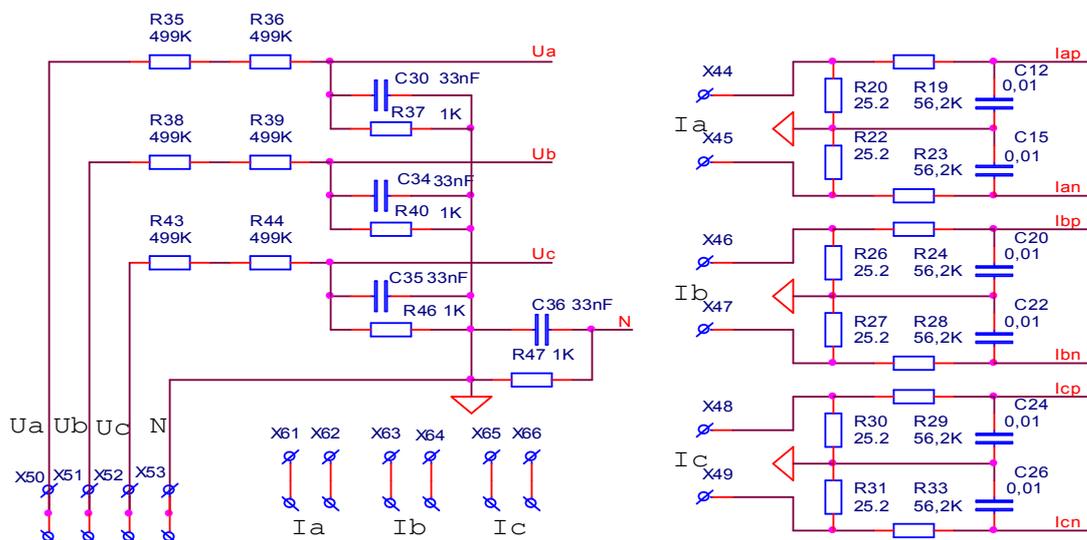


Рис 1.5.11. Цепи внешних подключений УСО-ТМ-У.

Трехфазное напряжение 220В(127В) подключается к клеммам X50-X53. При подключении к трехпроводным цепям 100В фазы А и С подключаются соответственно, а фаза В подключается вместо нейтрали – к клемме X53.

Первичные витки трансформаторов тока подключаются к ряду клемм X61 – X66. Вторичные обмотки токовых трансформаторов подключаются к клеммам X44 – X49 соответственно. Все используемые резисторы термостабильные, с точностью 0,1%.

Антилизинговые-фильтровые конденсаторы термостабильные, группы НРО. Номиналы резисторов подобраны таким образом, что амплитуды максимальных входных напряжений и токов не превышает 70-80% от допустимых напряжений на входах микросхемы ADE7758.

- Схема преобразователя аналоговых величин токов и напряжений приведена на рис 1.5.12. Схема преобразователя состоит из микросхемы ADE7758, микросхемы опорного

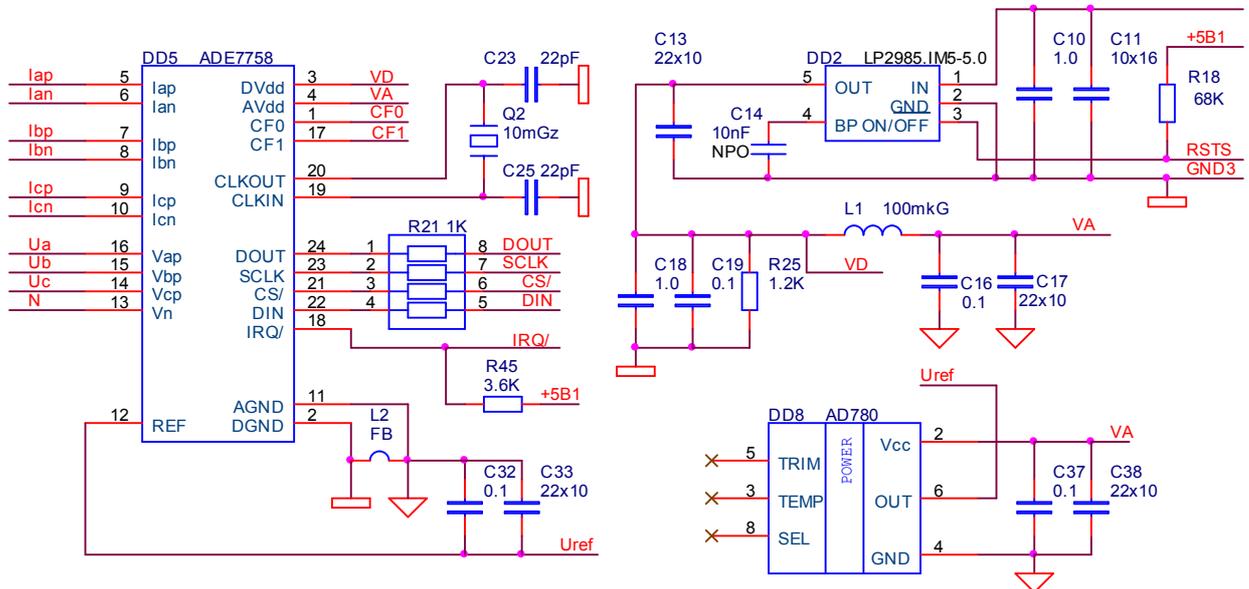


Рис 1.5.12. Схема преобразователя.

напряжения +2,5В - AD780 и управляемого стабилизатора напряжения +5В – LP2985.

Микросхема ADE7758 имеет 6 АЦП с дифференциальными входами. Три АЦП преобразуют три фазы напряжения. Другие три преобразуют напряжение от прохождения фазных токов через нормирующие резисторы – например R20, R22 рис 6.6.1. Текущие измерения суммируются за полупериод по каждой фазе, образуя интегральные значения напряжений и токов по фазам. Сумма измерений тока со знаком, совпадающие по фазе с напряжением, образует значение активного тока. Произведение активного тока на напряжение образует мгновенное значение активной мощности. Сумма измерений тока со знаком, сдвинутые по фазе на 90° относительно напряжения, образует значение реактивного тока. Произведение реактивного тока на напряжение образует мгновенное значение активной мощности. Точность и величина измеряемых напряжений напрямую зависит от величины и стабильности опорного напряжения вырабатываемого источником опорного напряжения Uref – AD780. При переходе фазного напряжения через “0” микросхемой вырабатывается прерывание IRQ/, по которому процессор учета посредством шины SPI считывает мгновенные значения тока и напряжения по фазе, вызвавшей прерывание. Раз в секунду по тому же прерыванию считываются интегральные значения мощностей – также по фазам. Скорость передачи по интерфейсу SPI 10Мбит/сек. Общее количество 1-3х байтовых регистров 127. Это регистры данных, накопленных данных, конфигурационные регистры и регистры в которые в процессе калибровки записаны поправочные коэффициенты по каждому измеряемому параметру. Для получения достаточно высокой точности измерений микросхема запитана от индивидуального линейного LDO стабилизатора с дополнительным LC фильтром для питания аналоговой части микросхемы. Одновременно стабилизатор выполняет еще одну функцию – сброс микросхемы. Так как микросхема не имеет отдельного входа для сброса, она сбрасывается встроенным супервизором по питанию. То есть для сброса необходимо выключить стабилизатор, а затем через 0,5сек включить.

- Микропроцессор учета AtMega128 работает на частоте кварцевого генератора – 11059200 Гц. Основная функция процессора – считывание со счетчика ADE7758 значений токов и напряжений по фазам, считывание интегральных значений мощностей, накопление трех или пятиминутных и получасовых значений энергии. Получасовые значения накопленных активных и реактивных энергий запоминаются во внешней энергонезависимой Flash памяти AT24C1024B. Она имеет 128 кбайт памяти с последовательным I2C интерфейсом. Общий объем в двух установленных микросхемах составляет 256 кбайт. Адрес микросхемы DD3 – 04h, микросхемы DD4- 06h. Для синхронизации всех измерений и привязки ко времени используется микросхема часов реального времени – M41T56, стабильность хода которой обеспечивает кварцевый резонатор 32768 Гц. Для обеспечения непрерывной работы микросхемы имеется литиевая батарея CR2032 и ионистор, емкости которого достаточно для работы часов не только на время замены батареи, но и в течении 3-5 суток при отсутствии батареи. Часы работают также по интерфейсу I2C со скоростью передачи данных 400кГц и имеют адрес 00h. Коррекция текущего времени часов УСО-ТМ-У производится по интерфейсу RS485 от процессора контроллера. Подготовленный пакет данных периодически передается по СОМ порту в ЦПУ для отображения на ЖКИ. Запрос на профиль ретранслируется ЦПУ на процессор учета без изменений, также ЦПУ ретранслирует передаваемый профиль.

- схема формирования гальванически изолированных импульсов.

Микросхема ADE7758 имеет два выхода импульсов, активной и реактивной мощности. Частота импульсов за определенный период определяет потребленную энергию. Весовой коэффициент – мощность на импульс программируется записью в соответствующий регистр микросхемы счетчика. Для снижения нагрузки на микросхему, при прямом управлении оптронами, введена микросхема DD7 – 74HC14. Выходное напряжение микросхемы обеспечивает ток 6-8мА через последовательно включенные оптрон HCPL181 и светодиод L434. Если формированием количества импульсов занимается микросхема счетчика, то направление счета +/- определяет микропроцессор учета. Знак Направления формируется на выходах P+/, P-/, Q+/, Q-/. Только появление положительного импульса CF0 и нулевого состояния P+/ формирует на выходе X43-1,2 импульс соответствующий единице потребленной активной энергии.

1.5.6. Устройство и работа модуля драйвера RS485.

Так как интерфейс RS485 является основным и единственным средством связи между контроллером телемеханики и УСО-ТМ, предпринято несколько мер для повышения надежности эксплуатации УСО-ТМ в целом и интерфейса RS485 в частности.

- введена гальваническая изоляция между УСО и микросхемой интерфейса RS485-МАХ3088. Она выполнена на микросхемах цифровой изоляции ADuM1200 – двухканальных с напряжением изоляции 2500В и скорости передачи до 2 мбит/сек.

- для защиты от статических разрядов длительностью меньше 1мксек введены резисторы включенные последовательно с выходами А и В микросхемы. Одновременно эти резисторы служат для ограничения тока при подключении протяженных экранированных витых пар и гарантируют работоспособность интерфейса RS485 при работе группы УСО – ТМ и отказе одной из микросхем интерфейса. Такими отказами могут быть:

- пробой любого из выходов А или В на линию +5В, на линию GND, замыканию выводов между собой.

На входе RS485 нет защиты от грозовых перегрузок – напряжения 500В – 2кВ и временами 8/20мксек, так как УСО-ТМ предназначено для эксплуатации внутри подстанции 110/35/6кВ а в случае установки на открытых РУ экранированные заземленные линии RS485 прокладываются в металлических коробах. В случае использования открытых воздушных линий монтаж производить экранированной витой парой с обязательным заземлением с одной стороны и установкой керамического конденсатора 4700 пФ на 6300В между экраном и землей с другой стороны.

Обязательным также является подключение с обеих сторон линии УЗИП любых производителей. Эти же требования относятся к проведению в одном кабельном рукаве силовых кабелей 04 кВ и линий RS485.

Схема драйвера приведена на рис 1.5.13. Модуль выполнен на небольшой легкоосъемной ДПП. Смещенные разъемы не позволяют установить плату неправильно.

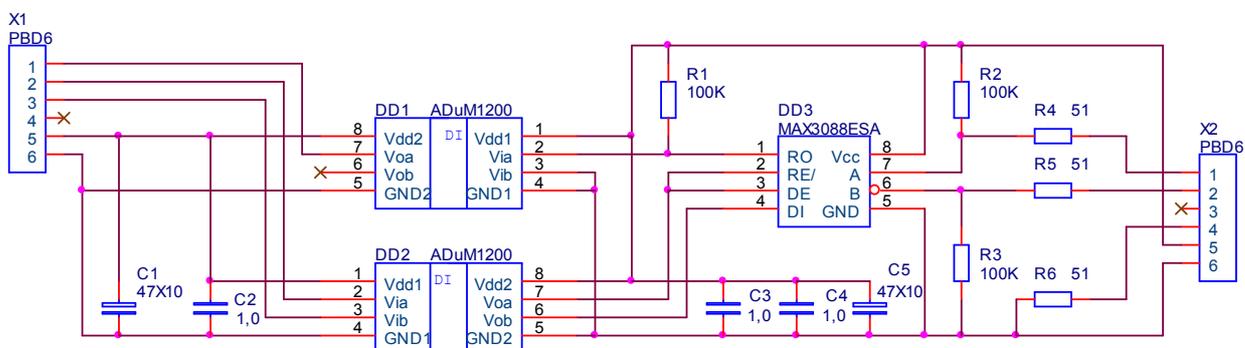


Рис 1.5.13. Модуль драйвера RS485/

1.5.7. Устройство и работа модуля индикатора

Индикатор представляет собой собственно стеклянную пластину ЖКИ двухстрочного индикатора установленную на ДПП. Электрическое соединение выполняется специальной

токопроводящей пластинчатой резиновой лентой. Управление выполняется двумя встроенными контроллерами. Один контроллер поддерживает работу внешнего интерфейса, содержит регистр данных, команд, видеопамять. Второй имеет ОЗУ знакогенератора, ПЗУ знакогенератора, схемы формирования изображения. Входная шина данных D0-D7 восьмиразрядная, имеется 4 управляющие линии – RS “0” - адресуется регистр команд “1” – адресуется регистр данных, R/W “1”- чтение “0” – запись. E – разрешение вход выход “1” – разрешение “0”- линия данных в третьем состоянии. Кроме линий цифрового управления есть две линии +5В, земли линия V0 – управление контрастности изображения. Напряжение должно изменяться от +1,5В при +70° до -0,2В при -20°

Подсветка осуществляется светодиодами, подключенными к отдельным выводам. Яркость подсветки регулируется внешним резистором, ограничивающий ток через светодиоды. Начальное напряжение свечения светодиодов + 4 - +4,2В максимальный ток подсветки до 500мА. Ток потребления схемой управления не превышает 5 мА.

Конструктивно индикатор устанавливается на промежуточную пластину для крепления в корпусе прибора. Электрическое соединение осуществляется 16 проводным шлейфом с разъемом IDC 16F.

1.5.8. Устройство и работа модуля БП.

Модуль блока питания предназначен для питания и гальванической развязки узлов модуля. Напряжение +5В1+/-0,15В до 0,5А предназначено для питания ЦПУ, процессора шины, процессора учета, процессоров индикатора и его подсветки, шинных формирователей на платах ТС, ТУ, ТИ, напряжение +5В2+/-0,25В 50мА необходимо для питания гальванически изолированного драйвера RS485, напряжение от +8 до +10В 50мА служит для питания микросхемы ADE7758 узла учета. Для

удобства чтения схемы разнесем полную схему блока на два рисунка рис 1.5.14. и рис 1.5.15.

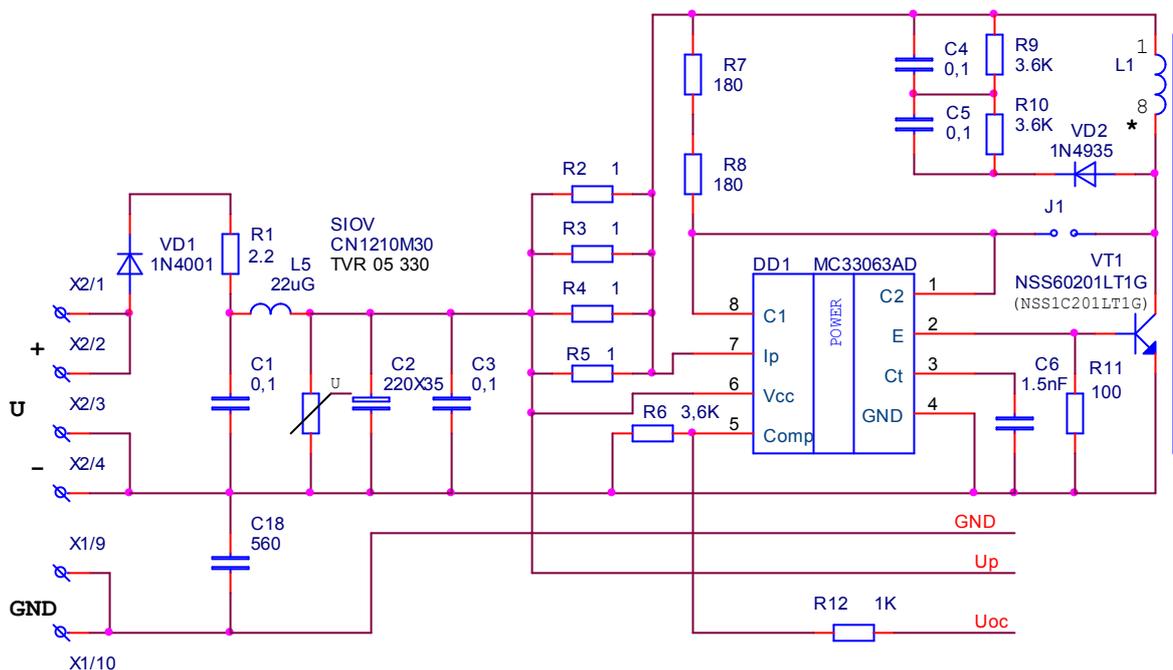


Рис 1.5.14. Входные цепи и силовая часть блока питания UCO-TM.

Входная часть блока питания оснащена элементами защиты - диод VD1 защищает схему от включения обратной полярности при монтаже устройства. Варистор на напряжение 30В защищает схему от превышения входного напряжения – при этом резистор R1 срабатывает как предохранитель (выгорает). Мостовой фильтр C1,L5,C3 служит защитой от проникновения высокочастотных помех, возникающих при работе блока питания, в подводящую линию +24В.

Микросхема, примененная в преобразователе – производится практически всеми мировыми производителями – MC33063. Она содержит в себе схему управления с элементами защиты по току нагрузки и по температуре корпуса - 150°C и выходной каскад из 2х NPN транзисторах с максимальным выходным током 1,5А. Микросхема позволяет реализовывать различные схемы включения и строить ключевые стабилизаторы – понижающие, повышающие, инвертирующие. В данной схеме реализована схема обратногоходового гальванически изолированного ключевого стабилизатора. Применение дополнительного транзистора позволяет получать мощность от стабилизатора до 10 ватт, что в 4 раза превышает необходимую для питания UCO-TM – 2,5Вт(MAX). Исключение из схемы транзистора – установкой переключки – J1, замыкание база эмиттер и исключения резисторов R7,R8,R11 снижает максимально допустимую мощность до 5Вт что позволяет использовать блок питания с 2 кратным резервом по мощности.

Накопителем энергии – для передачи ее при обратном ходе в нагрузку служит трансформатор на ферритовом сердечнике типа EFD20x10x7 из материала N87 с зазором 0,1мм. Для снижения выбросов напряжения до начала отбора мощности в нагрузку служит цепь снубера – VD2,C4,C5, R9,R10. Защита по току реализована на параллельно включенных резисторах R2-R5 суммарным сопротивлением 0,25 Ома, что позволяет ограничивать ток через транзистор на уровне 1,2А при допустимом значении 1,5А. Реальный импульсный ток через транзистор не превышает 0,5А при максимальной потребляемой мощности прибором.

Рассмотрим работу трех каналов выпрямителей – смотри рис 1.5.15.

Основной канал 5B1 является регулируемым и позволяет снимать номинальную нагрузку 150-250мА. Для снижения пульсаций канал имеет дроссель L4 с индуктивностью 22мкГ и две электролитические емкости с малым ESR - по 1000мкФ, шунтированные высокочастотными керамическими конденсаторами по 1мкФ.

Два дополнительных канала привязаны к основному, то есть при увеличении тока через основной канал в дополнительных каналах увеличивается напряжение. Поэтому при расчете трансформатора напряжение +5B2 и +10В достигается при среднем потреблении с основного канала тока 100-150мА.

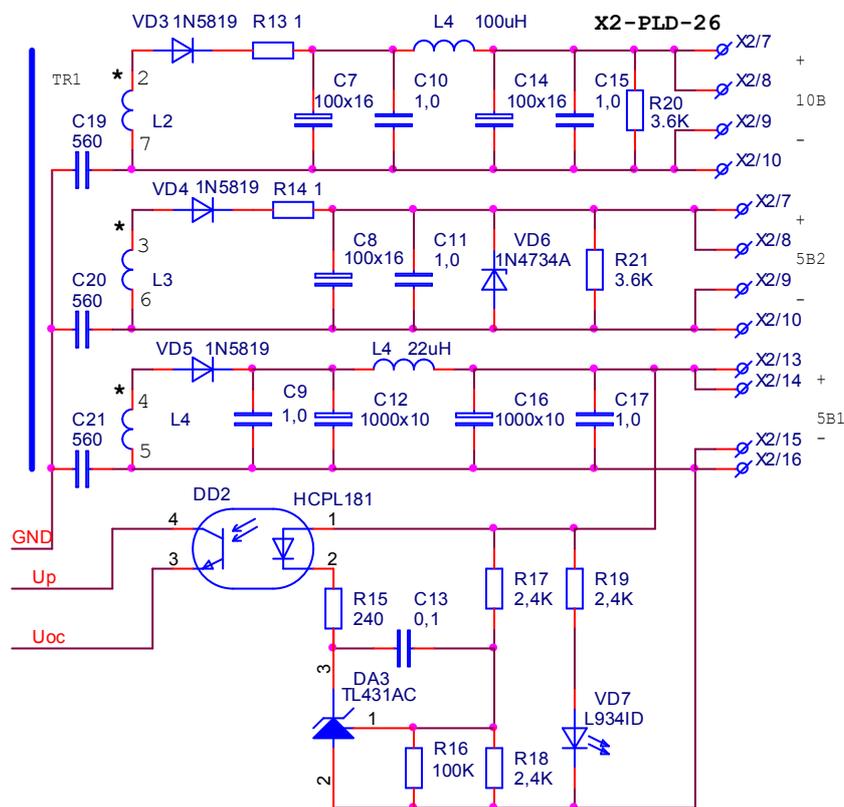


Рис 1.5.15. Выпрямители и цепи регулировки блока питания УСО-ТМ.

Увеличение тока выше указанного приводит к росту напряжения. В канале +10 до 12-14В.- никаких средств для снижения напряжения не предусматривается, кроме резистора R13 – 1 Ом выступающего как предохранитель при замыкании в нагрузке и уменьшающего токи на фронтах импульсов. Резистор R20- 3,6К не дает конденсаторам зарядиться до высоких напряжения при проверке блока питания без нагрузки. Это возможно, так как нагрузкой является линейный стабилизатор с максимальным входным напряжением 30В. Для снижения пульсаций используется мостовой фильтр C7,C10,L4,C14,C15/

Во втором канале +5B2 также есть резистор – предохранитель и резистор нагрузки. Кроме того установлен стабилитрон 1N4734А на напряжение 5,6В и рассеиваемую мощность до 1 Вт. При достижении напряжения больше 5,6 вольта выпрямленное напряжение заряда конденсаторов будет ограничиваться, а мощность рассеивания перераспределится между резистором и стабилитроном.

1.6. Средства измерения инструменты и принадлежности.

Рекомендуемые оборудование и принадлежности, основные характеристики

- Установка трехфазная для проверки счетчиков электрической энергии <Энергомера ЦУ6804М>

Номинальные напряжения: 57,7/100 В, 220/380 В; диапазон регулирования выходного тока - (0,004-10) А. Коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); 1; 0,5 (емк.). Погрешность при измерении активной мощности (энергии) – 0,05 (0,05).

- Универсальная пробойная установка УПУ-10 для проверки электрической прочности изоляции

Испытательное напряжение до 8 кВ. Погрешность установки составляет $\pm 5 \%$.

- Секундомер механический СОСпр-2б Погрешность $\pm 0,4$ с

- Персональный компьютер с ОС Windows Не хуже Pentium IV с последовательным портом или портом USB и преобразователем USB/RS232

- Радиоприемник для приема сигналов точного времени (или GPS приемник)

- Программный пакет

Примечание - Допускается использование другого метрологического и поверочного оборудования, обеспечивающего требуемую точность.

2. Подготовка к работе и проверка

2.1. Подготовка к работе

Подготовка к работе заключается в проверке правильности подключения разъема питания и интерфейсных разъемов.

Подключение внешних устройств, а также плат расширения производится при выключенном питании устройства.

Подключение разъема питания к модулю при включенном источнике питания не допускается.

2.1.1. Подключение УСО-ТМ к цепи питания.

Работоспособность устройства гарантируется при питании от источника питания 12-30В. Потребляемая мощность 1Вт для УСО-ТМ и 1,5Вт для УСО-ТМ-У. Кроме этого потребляемая мощность изменяется в пределах $\pm 20\%$, в зависимости от конфигурации устройства. При использовании большого количества УСО-ТМ может возникнуть проблема запуска блоков питания 220/24В-4А. Блоки питания начинают стартовать при напряжении на входах 6В. При этом ток, потребляемый от источника, возрастает в 6 раз, кроме того КПД источника с 80% падает до 50-60%. Такая нагрузка приводит к тому, что источник 220/24В не стартует планово, а работает в импульсном режиме, периодически делая попытки запуститься. То есть вместо 80 приборов УСО-ТМ-У – при токе потребления 50ма при 24В можно реально подключить только $80 / 6 * 0,7 = 9,3$ то есть не более 10 УСО. Для устойчивого запуска блока питания применяется переходная плата с условным названием “Старт 24”, которая позволяет блоку питания набрать напряжение на выходе 16-18В, после чего подключается нагрузка.

2.1.2. Подключение к интерфейсу RS485.

RS485 - самый распространенный промышленный интерфейс. При правильном его использовании обеспечивает надежную связь. Требуется выполнение следующих норм:

- соединения выполняются витым экранированным кабелем
- нельзя одним кабелем проводить линию RS485 и силовые линии.
- соединение нескольких объектов выполняется последовательно.
- на концах линии устанавливаются терминаторы – резисторы с сопротивлением равным волновому сопротивлению кабеля – обычно 100-120 Ом.

Эти требования объясняются очень просто – каждый виток уменьшает синфазную наведенную помеху – 10 витков на метр уменьшает в 10 раз. Даже дифференциальный вход приемника RS485 не спасает от наведенного через паразитную емкость напряжения в сотни вольт, возникающие при коммутации нагрузок индуктивного характера. Экран отводит наведенный заряд от грозовых перегрузок на землю, на несколько порядков

уменьшая амплитуду помехи. Заземление экрана производится с одной стороны контактно, с другой стороны между экраном и землей включают керамический конденсатор 2.2нФ 6,3 кв. Это необходимо для длинных линий, когда между объектами нет общей земли. Появление на одном из объектов утечки может привести к значительному току через экран соединительной линии. Для его разрыва и используется конденсатор. Требование последовательности соединения объясняется невозможностью правильного согласования получившегося соединения, а значит, приведет к появлению колебательных процессов в линии и соответственно к ошибкам.

Необходимость установки терминатора обуславливается резким переходом волнового сопротивления линии и пространства и как следствие - появление отраженной волны и опять ошибки в передаче.

2.1.3. Эксплуатационные ограничения

Напряжение, подаваемое на прибор, должно соответствовать номинальному напряжению, указанному на этикетке прибора. Подача на прибор напряжения, превышающего максимальное значение, равное $1,25 U_{ном}$, может привести к его повреждению.

Не допускается проведение измерение сопротивления изоляции токоведущих цепей подстанции без отключения цепей прибора измеряющих напряжение.

2.2. Установка и демонтаж УСО-ТМ

Для правильной и безопасной установки приборов необходимо пользоваться рекомендациями по

монтажу, приведенными в паспорте (СШМК.424233.020ПС), входящем в комплект поставки..

Трехэлементный прибор является универсальным по схеме подключения, т. е. может быть включен как в четырехпроводную, так и в трехпроводную трехфазную сеть.

При монтаже надо помнить, что прибор питается от блока питания контроллера, и бесперебойность

его работы обеспечивается наличием блока бесперебойного питания контроллера.

ВНИМАНИЕ: Подключение и демонтаж измерительных цепей, а также цепей ТС и ТУ необходимо производить только при обесточенной сети. Несоблюдение мер безопасности и вышеуказанных рекомендаций может привести к повреждению оборудования и поражению электрическим током персонала.

2.3. Проверка установки и правильности работы УСО-ТМ.

Работоспособность модуля УСО-ТМ и УСО-ТМ-У может проверяться как в связи с контроллером, так и автономно.

- автономно, основные узлы модуля УСО-ТМ проверяются программой Test13, узлы расширения проверяются запуском соответствующих подпрограмм с подачей на проверяемые узлы тестовых воздействий.

- проверяют соответствие напряжения и тока в сети отображаемому индикатором.

- указателем фаз проверяют правильность подключения фаз напряжения и тока.

- удаленно – проверяя соответствие передаваемых данных контроллеру и измеренных непосредственно в соответствующей ячейке объекта.

3 Техническое обслуживание УСО-ТМ

3.1 Меры безопасности

- монтаж и эксплуатация прибора должны вестись в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации электроустановок.

- специалист, осуществляющий установку, обслуживание и ремонт прибора, должен пройти инструктаж по технике безопасности при работе с радиоэлектронной аппаратурой и иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

- монтаж, демонтаж, ремонт, калибровка, поверка и пломбирование должны производиться только организациями, имеющими соответствующее разрешение на проведение данных

работ, и лицами, обладающими необходимой квалификацией.

- подключение прибора к измерительным цепям, цепям ТС и ТУ необходимо производить только при отключенном напряжении соответствующих цепей, приняв необходимые меры,

исключающие случайное включение питания.

Запрещается подавать напряжение и нагрузку на поврежденный или неисправный прибор.

Во избежание поломок прибора и поражения электрическим током персонала не допускается:

- класть или вешать на УСО-ТМ посторонние предметы, допускать удары по корпусу прибора и устройствам сопряжения;

- производить монтаж и демонтаж прибора при наличии в цепях напряжения и тока;

- нарушать правильность подключения фаз напряжения и нейтрали.

3.2 Ремонт и устранение неисправностей

3.2.1 Визуальная проверка

В процессе эксплуатации необходимо проверять отсутствие любых следов повреждений прибора: сломанных частей, оборванных или отсутствующих проводов; согнутых, оплавленных деталей или деталей с трещинами; физические повреждения снаружи могут указывать на потенциальные электрические повреждения внутри прибора.

ВНИМАНИЕ: Не подавайте напряжение на дефектный прибор, это может привести к травмам персонала и повреждению оборудования.

3.2.2 Виды работ

Во время технического обслуживания проводятся следующие виды работ:

- удаление пыли;

- проверка надежности закрепления цепей напряжения и тока в клеммной колодке;

- корректировка времени в приборе УСО-ТМ-У (если прибор используется автономно).

Периодичность технического обслуживания прибора устанавливается планом-графиком эксплуатирующей организации.

3.2.3 Возврат приборов.

Приборы УСО-ТМ относятся к невозстанавливаемым на объекте приборам.

В случае невозможности устранения неисправности, прибор демонтируется и отправляется для

ремонта с паспортом и актом с описанием неисправности в сервисный центр или на завод-изготовитель

4. Поверка УСО-ТМ-У

Приборы УСО-ТМ-У подлежат государственному контролю и надзору. Поверка узла счетчика производится в соответствии со « УСО-ТМ-У. Методика поверки. СШМК.424233.020 МП».

Межповерочный интервал составляет 5 лет.

5. Транспортировка и хранение устройства.

5.1. Транспортировка модуля производится в таре производителя автомобильным, железнодорожным и авиационным транспортом, в условиях таких же как и хранение – п. 5 по ГОСТ15150-69(температура воздуха от минус 50 °С до +70°С Допускается индивидуальная транспортировка в упаковке завода производителя.

5.2. Условия хранения модуля содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150–69.

6 Сведения об утилизации.

Прибор УСО-ТМ не подлежат утилизации совместно с бытовым мусором по истечении срока их службы, вследствие чего необходимо:

- составные части прибора и потребительскую тару сдавать в специальные пункты приема и утилизации электрооборудования и вторичного сырья, действующие в регионе потребителя. Корпусные детали прибора сделаны из ударопрочного пластика – поликарбоната, допускающего вторичную переработку.

- литиевые батареи и свинцовые пломбы сдавать в пункты приема аккумуляторных батарей.

Приложение А

Габаритные и установочные размеры УСО-ТМ

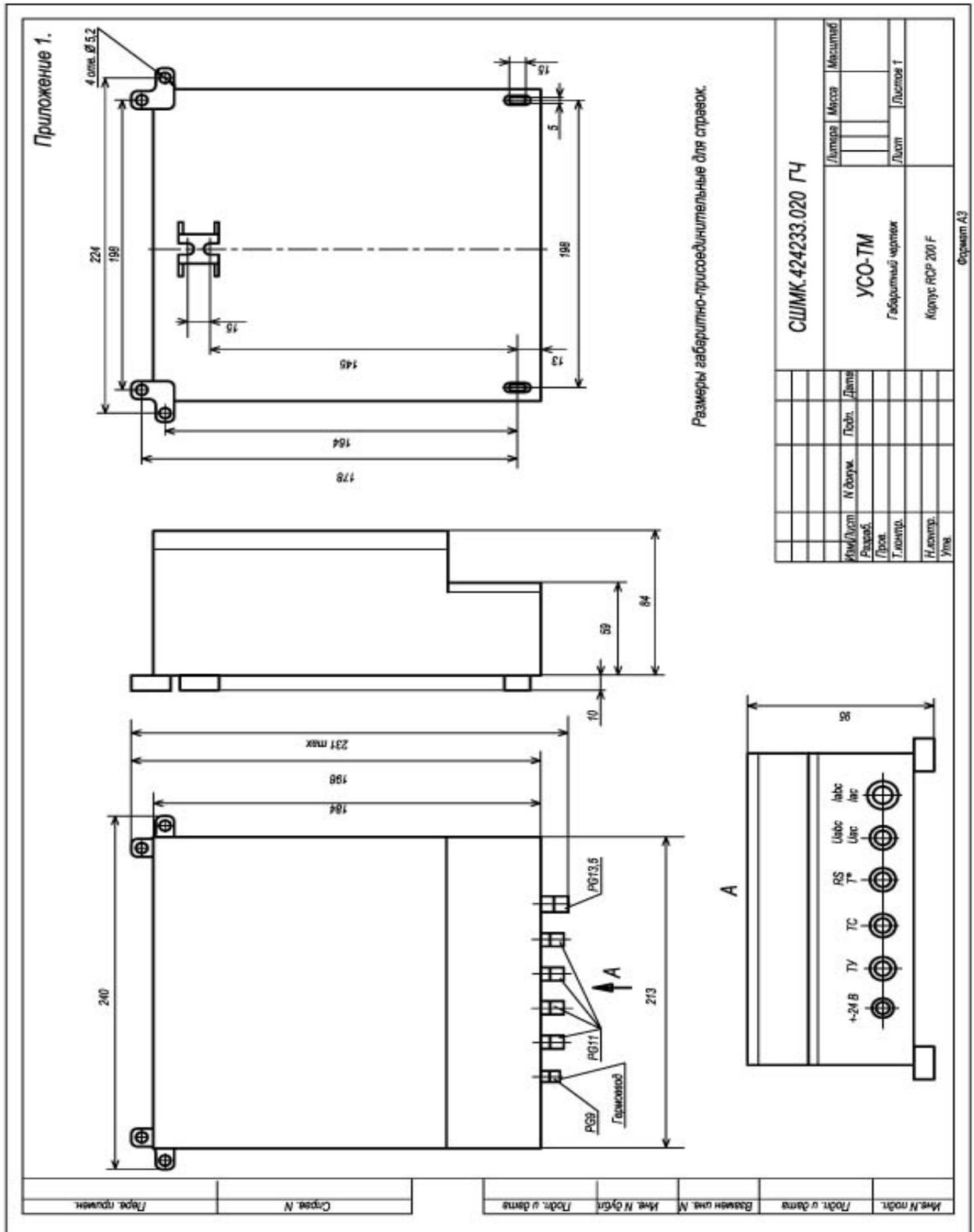


Рис А1. Габаритные размеры УСО –ТМ.

Приложение Б
(обязательное)
Схемы подключения УСО-ТМ-У.

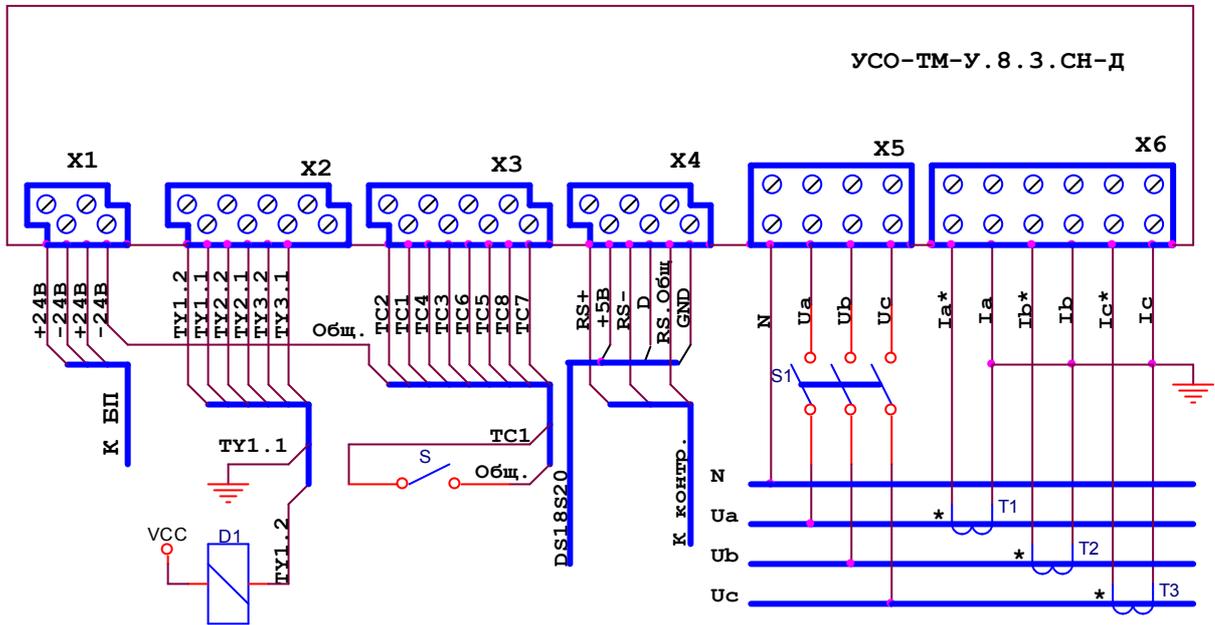


Рис Б.1 Схема включения УСО-ТМ трансформаторного включения в четырехпроводную сеть напряжением 0,4кВ.

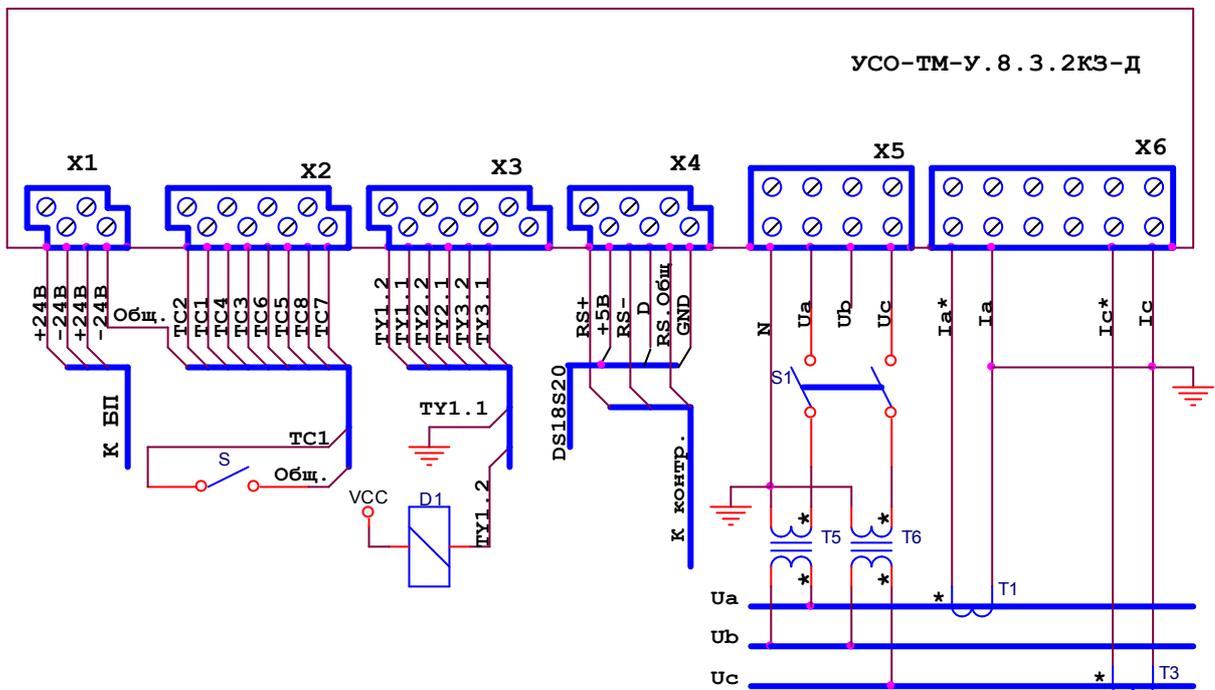


Рис Б.2 Схема включения УСО-ТМ трансформаторного включения в трехпроводную сеть напряжением с заземленной фазой Б.

Схемы подключения УСО-ТМ

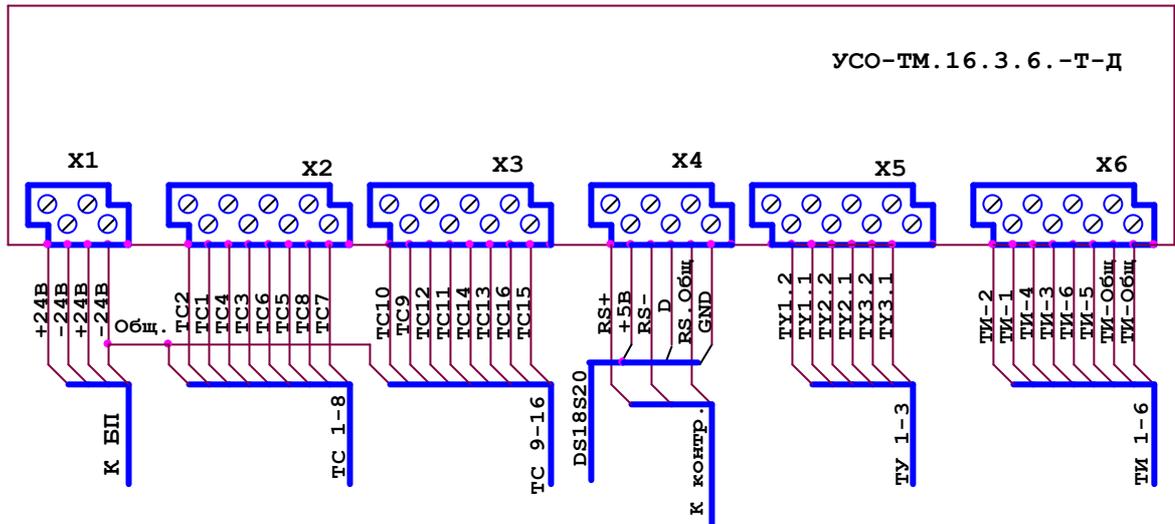


Рис Б.3 Схема включения УСО-ТМ -16.3.6-Т-Д.

Приложение В.

Опросный лист

на заказ модуля УСО-ТМ СШМК 424233.020

| Наименование | Модификация | Количество | Примеч. |
|----------------------------------|-------------|------------|---------|
| Модуль УСО-ТМ СШМК.424233.020 | | | |

Заказчик: _____

Структурное подразделение: _____

Наименование объекта: _____

Наименование присоединения: _____

| № | Наименование параметра | Значение параметра | Поле записи | Приме |
|---|---|---|-------------|-------|
| 1 | Место установки, тип ячейки | № | | |
| 2 | Напряжение питания | -220 В +24 В | | |
| 3 | Выполнение функций учета электроэнергии | У Уном: 100В, 220В, 380В; (3Ф3П, 3Ф4П) | | |
| 4 | Скорость обмена | 115200 (по умолчанию) | | |
| 5 | Наличие измерения температуры | Да, нет | | |
| 6 | Наличие дисплея | Встроенный – Д; Выносной – ВД; Нет; | | |
| 7 | Количество каналов ТС | 8, 16 | | |
| 8 | Количество каналов ТУ | 3, 6 | | |
| 9 | Количество каналов ТИ до 7. измерение U, I<0,1А либо 2 для измерения тока 5А либо 2 для измерения тока 50А КЗ и 5А Род тока: переменный постоянный | 1-7 2 2 А D Ток, Напряжение 5А, 250В и др. | | |

Ответственное лицо: _____

(Ф.И.О.)

(должность)

подпись)

(дата)

Пояснение по заполнению опросного листа

Модификации УСО-ТМ:

Каждый модуль имеет следующую кодировку : СШМК424233.20 – У.Х1.Х2.Х3

Где: У – выполняет функции учета электроэнергии
 Х1 - количество каналов ТС;
 Х2 – количество каналов ТУ;
 Х3 – количество каналов ТИ их назначение.

Для всех модификаций модуля УСО-ТМ можно указать:

При наличии измерения температуры – Т.
 Измерение тока короткого замыкания 0-50 А указывается –КЗ.
 Дисплей встроенный или выносной – Д,ВД.

- в случае указания Т – цифровой датчик температуры поставляется в комплекте, при длине кабеля 1,5 м;
- в случае указания Д – поставляется с индикатором на лицевой панели модуля.
- в случае указания ВД – выносной дисплей поставляется в комплекте, при длине кабеля 1,5 м.

Стандартные модули УСО-ТМ

1. СШМК.424233.020-У.8.3.2КЗ-Д - учет электроэнергии (3Ф3П), 8ТС, 3ТУ, 2ТИ тока короткого замыкания (используется на вводе, СВ, в отходящих ячейках)
2. СШМК.424233.020-У.8.3.0-СН-ВД - учет электроэнергии (3Ф4П) , 8ТС, 3ТУ (используется в ячейках собственных нужд)
3. СШМК.424233.020-У.8.3.0-СН(127)-ВД - учет электроэнергии (3Ф3П) , 8ТС, 3ТУ
4. (используется в ячейках собственных нужд польских ПС Уфазное=127В)
5. СШМК.424233.020-8.3.0-Т - 8ТС, 3ТУ, измерение температуры в помещении
6. (используется в ячейке ЦС)
7. СШМК.424233.020-8.0.6-ТН-ВД - 8ТС, 6ТИ – 3 фазных напряжения и 3 линейных
8. (используется в ячейках НТМИ)
9. СШМК.424233.020-16.0.0 - 16ТС (используется на ОРУ)
10. СШМК.424233.020-8.0.0 - 8ТС (используется в шк. оперативного тока)
11. СШМК.424233.020-32.0.0 - 32ТС (используется на ОРУ)

В пункте 9 не забывайте указывать максимальное значение измеряемых величин, их тип, переменное или постоянное напряжение, ток.

Стандартные варианты использования УСО-ТМ:

| УСО-ТМ | Тип ячейки | Схемы подключения |
|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| У.8.3.2КЗ-Д | Отход. яч., Вв, СВ. | СШМК.424233.020-У.8.3.2КЗ-Д |
| 8.3.2КЗ-Д | Шкафы защит трансформ. | СШМК.424233.020-8.3.2КЗ-Д |
| 8.0.6-ТН-ВД | НТМИ, ТН | СШМК.424233.020-8.0.6-ТН-Д |
| У.8.3.0-СН-ВД | СН | СШМК.424233.020-У.8.3.0-СН-ВД |
| У.8.3.0-СН(127В)-ВД | СН польских ПС. | СШМК.424233.020-У.8.3.0(127В)-СН-ВД |