

# ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОМОДУЛЕЙ ТИПА СС1010 И СС1111 ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНОЙ РАДИОСВЯЗИ

**К.Э Эралиев, В.М Педяшев**

**Институт автоматики и информационных технологий, Кыргызстан**

Рассматриваются вопросы выбора и применения высоко интегрированных радиоэлектронных компонентов для создания системы автоматизированного энергоучета с дистанционной передачей информации.

Очень часто при разработке устройств и систем самого различного назначения возникает задача беспроводной передачи данных на расстояния от десятков метров до нескольких километров. Как правило, для таких задач используется диапазон частот ISM (Industrial, Scientific, Medical), не требующий регистрации устройств при ограниченной мощности передатчика.

В целях совершенствования характеристик разрабатываемой системы автоматизированного энергоучета с дистанционной передачей информации, в части уменьшения её стоимости и повышения надежности, были проведены исследовательские работы по выбору современной высоко интегрированной элементной базы, используемой для приема-передачи данных по радиоканалу.

Существует два основных метода использования средств радиосвязи в приборах для автоматизации контроля и учета параметров различных процессов: использование функционально завершенных радиомодулей и использование компонентов, включаемых в схему приборов, для организации радиосвязи.

Первый метод позволяет осуществить разработку прибора в короткие сроки. Но при этом разрабатываемый прибор будет иметь высокую стоимость. Этот метод построения приборов используется для разработки опытных образцов, позволяющих отработать основные принципы построения систем автоматизации.

На этапе разработки промышленных образцов приборов целесообразно использовать второй метод построения приборов - использование компонентов, включаемых в схему приборов, для организации радиосвязи.

Работая над задачей беспроводной передачи данных, разработчики, как правило, ищут способы реализации дистанционных систем, которые позволяли бы добиться наибольшей дальности и устойчивости связи при меньшем энергопотреблении, не требовали бы регистрации и платы за использование частотного ресурса, имели бы привлекательную цену и были бы просты в освоении. Всё вышперечисленное является необходимым для быстрого выхода на рынок с конкурентоспособным продуктом

В настоящее время промышленность выпускает значительное число радиомодульных компонентов для безлицензионных диапазонов 433/868/2400 МГц (ISM), которые могут применяться при разработке приборов с передачей информации по радиоканалу. Они удовлетворяют самым широким требованиям по скорости передачи, выходной мощности, чувствительности, напряжению питания.

Проведенный анализ технических характеристик этих модулей показал, что наиболее оптимальным из них, для системы автоматизированного учета и контроля электроэнергии (АСКУЭ) с дистанционной передачей информации являются микроконтроллеры с радиотрансивером на одном кристалле - СС1010 и СС1111.

СС1010 и СС1111 — это CMOS RF-трансиверы для частот 300 – 1000 МГц, интегрированные с микроконтроллером 8051.

В связи с тем, что разработка средств автоматизированного энергоучета в лаборатории ОЦСУ осуществляется на базе микроконтроллера 8051, использование СС1010 и СС1111 яв-

ляется наиболее эффективным средством для дальнейшей модернизации АСКУЭ и разработки промышленных образцов системы.

Модули CC1010 и CC1111 могут быть легко запрограммированы для работы на любых частотах между 300 МГц и 1000 МГц, имеют низкую потребляемую мощность, высокое быстродействие, гибкость в настройке параметров и максимальную интеграцию.

На взгляд авторов, система на CC1010 и CC1111, будет пользоваться большой популярностью у разработчиков дешевых миниатюрных беспроводных RF-систем, требующих низкого энергопотребления.

Большим преимуществом является то, что RF-микроконтроллеры CC1010 и CC1111 имеют блок программного управления энергопотреблением, встроенную Flash-память, развитую периферию и все необходимые элементы для построения полностью законченной RF-системы на одном кристалле, работают в низком диапазоне питающих напряжений (2,7–3,6 В), имеют встроенный супервизор power-on-reset (POR) и программно-аппаратные средства снижения потребляемой энергии как в активном, так и в пассивном режимах работы.

Приборы CC1010 и CC1111 поддерживаются различными инструментами проектирования, которые облегчают создание новых изделий, позволяют быстро оценить работу приборов CC1010 и CC1111 и разрабатывать конкретные RF-изделия. Встроенная интерактивная система отладки поддерживается Keil  $\mu$ Vision IDE через простой последовательный интерфейс. Доступна так же большая библиотека кодов и множество примеров применений. Интегрированное программное обеспечение SmartRF Studio значительно облегчает испытание RF-изделий, а комплект разработки значительно сокращает время проектирования и делает проектирование RF-систем более легким, чем когда-либо прежде.

Приборы CC1010 и CC1111 имеют встроенную Flash-память программ (32 кбайт). Она разделена на 256 страниц по 128 байт каждая. Программная память может быть запрограммирована или стерта через последовательный интерфейс SPI или «страница за страницей» под управлением ядра 8051. Ресурс для Flash-памяти программ составляет обычно 20 000 циклов «запись — стирание».

Микроконтроллеры CC1010 и CC1111 поддерживаются специальными аппаратными средствами отладки и проектирования, такими, как CC1010DK и CC1111DK Development Kit, CC1010EB Evaluation Board, CC1010EM Evaluation Module, что значительно сокращает время отладки и настройки системы с передачей информации по радиоканалу.

На основе микроконтроллеров CC1010 и CC1111 в лаборатории ОЦСУ была разработана аппаратная часть системы АСКУЭ с передачей информации по радиоканалу, включающая в себя следующие блоки: адаптер, переносной пульт и устройство ввода-вывода. Ниже приведены принципиальные схемы этих блоков и описание их работы.

**Адаптер.** Основное назначение схемы адаптера - принимать телеметрические сигналы с выхода электронного счетчика электроэнергии, частота повторения которых пропорциональна потребляемой электроэнергии, преобразовывать эти сигналы и по дистанционному запросу с переносного пульта по радиоканалу излучать в эфир также по радиоканалу данные о потребленной электроэнергии. Адаптер осуществляет также хранение в энергонезависимой памяти цифровые значения потребленной электроэнергии.

Схема (рис 1) работает следующим образом.

Входной телеметрический сигнал подается на вход порта P1.7 трансивера CC1111 FX с оптоэлектронного выхода электронного счетчика и передается далее с трансивера на счетный вход GNT энергонезависимой памяти (микросхема D2 FM 3316-G)/ К микросхеме D2 подключены кварц Z2 с частотой 32,768 кГц и литиевая батарея E1 для запуска электронных часов, необходимых при переходе на многотарифную оплату за потребленную электроэнергию. Микросхема CC1111 FX совмещает функции трансивера и микроконтроллера и имеет 19 портов, причем 4 порта используются для ввода/вывода информации от программатора (порты P1-6, P1-5, P1-4, P1-3). В самой микросхеме программируются такие основные параметры, как адрес входной и выходной информации, скорость передачи битов информации, выходная мощность передатчика, вид модуляции (АМ или ЧМ), выбор портов, передача ин-

формации в другой порт, формирование входной, выходной информации и т.д. Работу микросхемы синхронизирует кварцевый резонатор Z1 с частотой 26,0 МГц.

### CC1111 FX

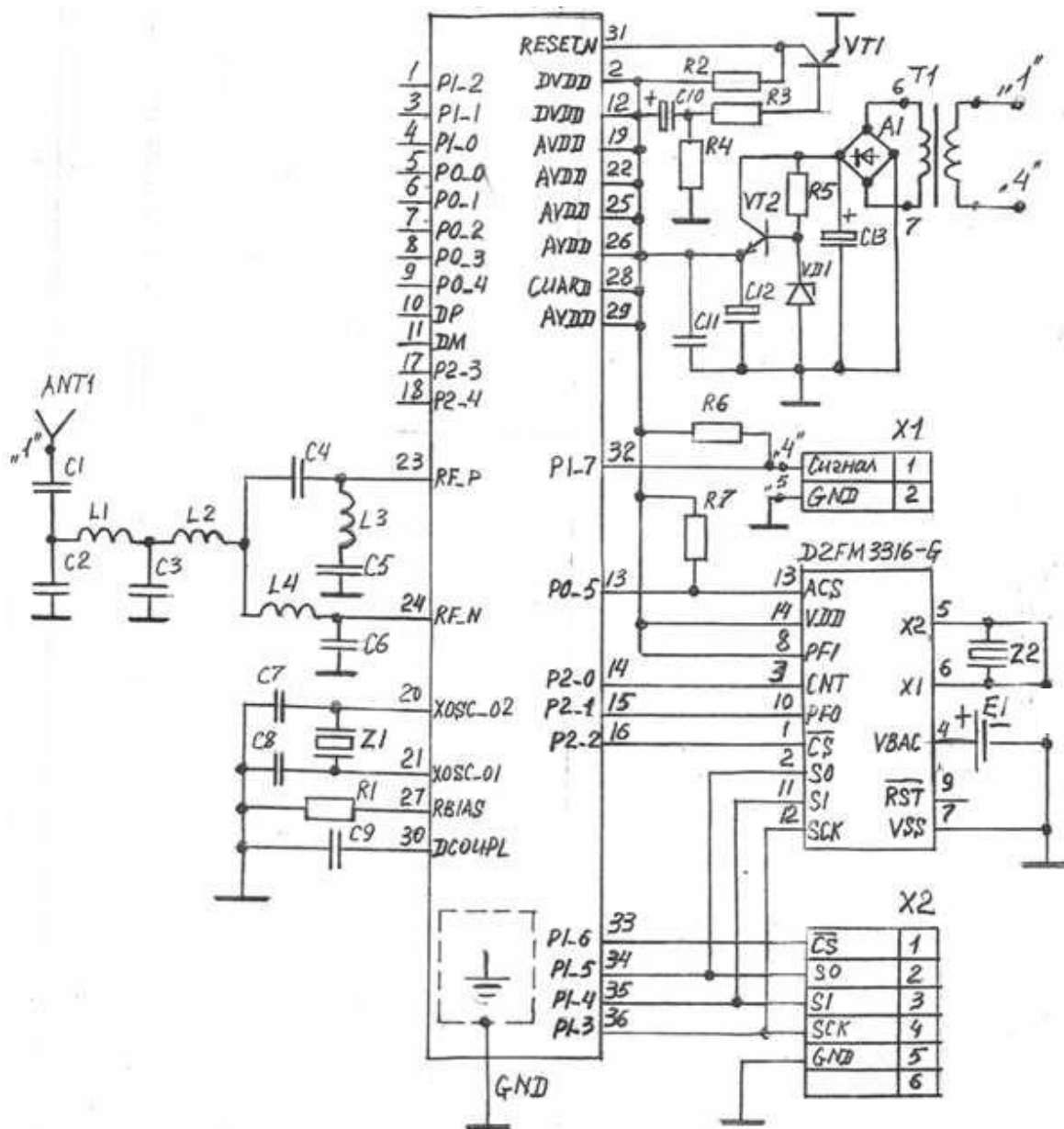


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная адаптера.

Входная/(выходная) информация принимается (передается) через антенну ANT1 и поступает (выдается) через несколько частотно-зависимых фильтров, формирующих на выходе L1, C1 сигнал с частотой 433 МГц.

Схема адаптера имеет свой автономный источник питания с выходным напряжением +3 В., собранный по традиционной схеме (трансформатор T1, диодный мост A1, конденсаторы C11-C13, резистор R5, стабилитрон VD1 и транзистор VT2).

После включения питания осуществляется формирование сигнала отрицательной полярности для сброса микроконтроллера CC1111 FX (элементы C10, R2- R4 и транзистор VT1).

**Переносной пульт.** Основное назначение переносного пульта дистанционно, по радиоканалу передавать запрос на выдачу информации с адаптера о потребленной электро-

энергии, принимать эту информацию также по радиоканалу, хранить её в энергонезависимой памяти и передавать её далее в устройство ввода/вывода для обработки и хранения в центре учета потребленной энергии.

В состав переносного пульта входят (рис.2):

- трансивер CC1010;
- энергонезависимые микросхемы памяти FM 33256-G, AT25FS010;
- жидкокристаллический индикатор с разъемом X1;
- пленочная клавиатура с разъемом X2;
- две батареи питания E1 и E2;
- цифровая микросхема К 561ЛА7.

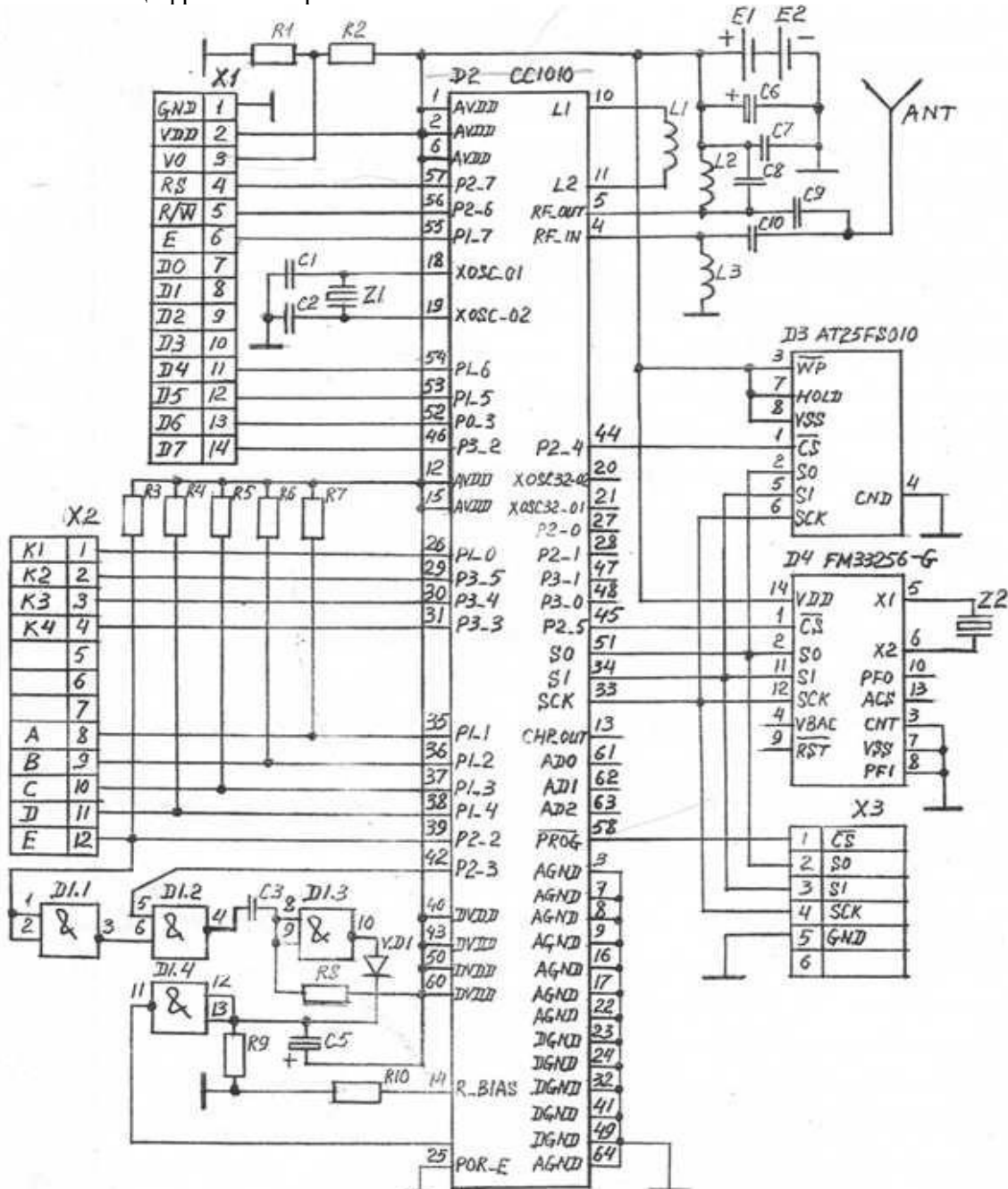


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная переносного пульта.

В переносном пульте использован другой тип трансивера - CC1010 по сравнению с адаптером (CC1111 FX), имеющий большее количество портов (22), необходимое для подключения жидкокристаллического индикатора и пленочной клавиатуры.

Процесс записи программы в трансивер CC1010 аналогичен описанному выше для адаптера. К разъему X3 подключается программатор и с использованием линии CS, SO, S1, SCK осуществляется её запись. Программированию в CC1010 подлежат:

- адрес обслуживаемых адаптеров;
- адрес переносного пульта;
- скорость передачи информации;
- входная мощность передатчика;
- вид модуляции (АМ, ЧМ); связь с жидкокристаллическим индикатором;
- связь с пленочной клавиатурой;
- связь с энергонезависимой памятью AT25FS010;
- связь с энергонезависимой памятью FM 33256-G;
- внутреннее программирование (выбор портов, передача информации в другой порт, формирование входных, выходных слов информации и т.д.)

В качестве жидкокристаллического индикатора используются индикаторы без подсветки, имеющие 16 символов на 4 строки. В качестве пленочной клавиатуры задействована клавиатура СК-04.

Энергонезависимая память на микросхеме AT25FS010 используется для хранения данных энергопотребления, обслуживаемых адаптеров (свыше 1000 абонентов).

Энергонезависимая память на микросхеме FM 33256-G хранит данные самих адаптеров, организованных в одну сеть и обслуживаемых одним переносным пультом.

Вся работа трансивера синхронизирована кварцевым резонатором Z1 с частотой 24 МГц, кроме того на микросхеме FM 33256-G задействованы электронные часы с кварцем Z2, имеющим частоту 37,768 кГц.

На микросхеме D1 собрана система сброса микроконтроллера трансивера. Начальный сброс после включения питания осуществляется элементами C5, R9, D1.4, сброс после каждого нажатия клавиши «Enter» – элементами D1.1 – D1.3, C3, R8, с объединением шин сигнала текущего и начального сброса через диод VD1. Для отключения текущего сброса от клавиши «Enter» используется порт P2-3, формирующий низкий уровень сигнала.

В трансивере CC1010 для приема и передачи информации также используется одна антенна ANT на частоту сигналов 433 МГц.

Питание переносного пульта осуществляется от двух батарей E1 и E2 типа MAXSELL SUPER по 1,5 В каждая, соединенных последовательно.

При работе в режиме многотарифной оплаты за потребленную электроэнергию используются электронные часы, фиксирующие время начала и окончания каждого тарифа.

**Устройство ввода-вывода.** Основное назначение устройства – прием по радиоканалу информации с переносного пульта, а также ввод её по радиоканалу в системный сервер и, при необходимости, ввод корректирующей информации для дальнейшей передачи её в переносной пульт (по радиоканалу).

Ниже приведено описание работы схемы (рис3).

В схеме используется трансивер CC1111 FX. В связи с тем, что данный трансивер имеет выход на USB порт, в схеме отсутствуют промежуточные микросхемы для преобразования передаваемой информации на ЭВМ, а передача сигнала осуществляется непосредственно через этот порт (разъем X1).

Через этот же разъем на схему подается напряжение питания (VBAS) из ЭВМ величиной +5 В, которое с помощью элементов, VD3, VT2, C11 и C12 стабилизируется и преобразуется в напряжение +3 В.

Начальный сброс микроконтроллера трансивера осуществляется с помощью элементов C10, R4 - R6 и VT1.

Светодиоды VD1, VD2 служат для индикации режимов работы трансивера: передача/прием информации. Резисторы R2 и R3 задают ток через светодиоды.

Назначение антенны, элементов фильтров на частоту 433 МГц, кварцевого резонатора Z, резистора R1 и конденсатора C9 аналогично их назначению в схеме адаптера.

## CC1111 FX

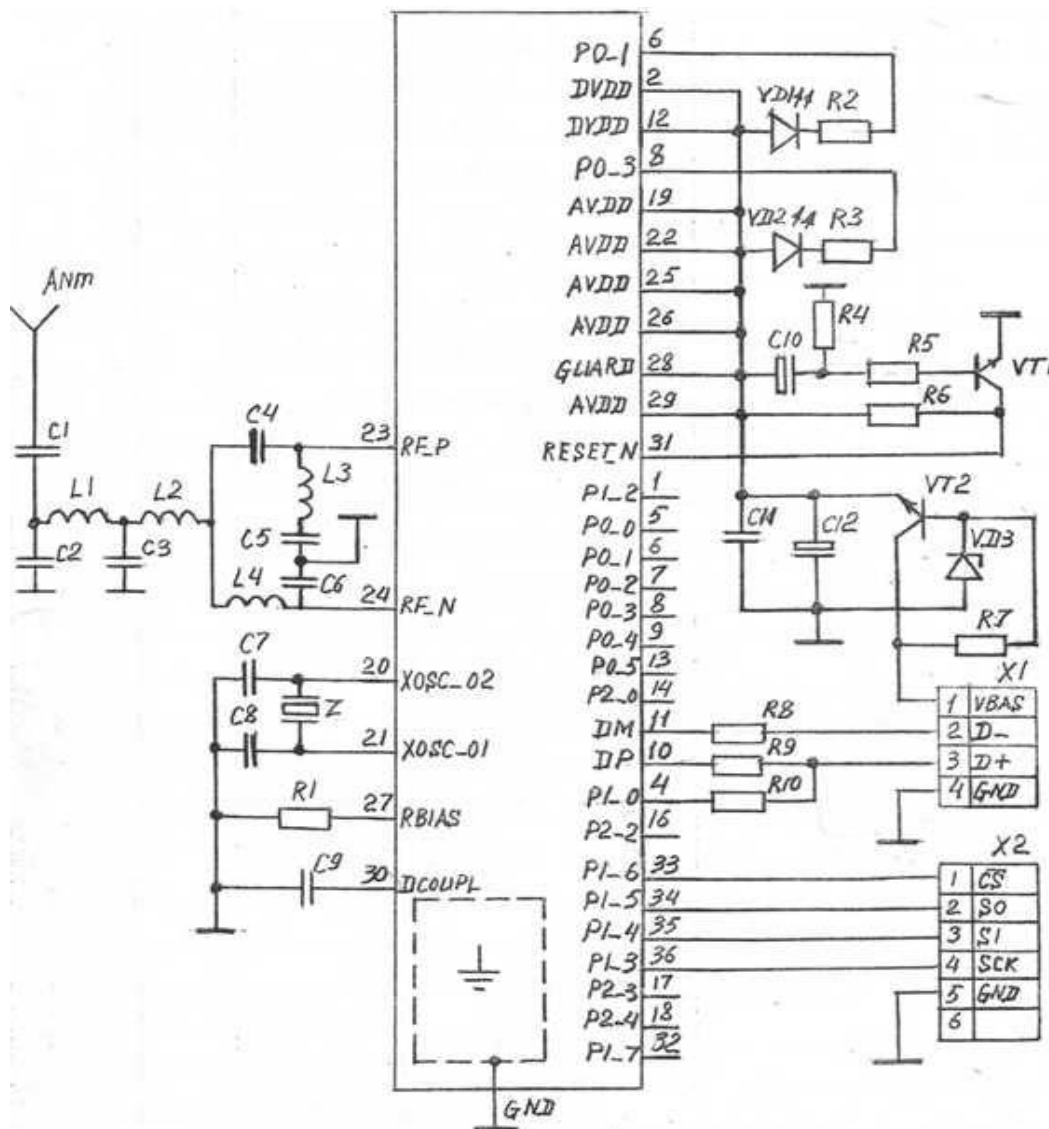


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная устройства ввода-вывода.

Программирование трансивера осуществляется через разъем X2 от программатора. Программированию подлежит преобразование входной (выходной) информации, а также данных, выводимых для индикации на светодиодах VD1 и VD2. Для индикации режимов работы трансивера: «прием» и «передача» выбран желтый и красный цвет соответственно.

Применение модулей CC1010 и CC1111 при промышленном производстве системы автоматизированного учета и контроля электроэнергии (АСКУЭ) с дистанционной передачей информации может обеспечить выход на международный рынок с конкурентоспособным продуктом.

### Литература

1. Фмллипс Б. Сети и системы связи // Электроника. 2001.
2. Шаршеналиев Ж.Ш., Эралиев К.Э., Шабловский В.И., Куланбаева Т.Т. Автоматизированная система учета электроэнергии на основе современных информационных технологий // Проблемы автоматики и управления. – Бишкек: Илим, 2006.
3. Сташин В.В., Урусов. А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах - М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Алексеев В., Моисеенко Д. Беспроводная связь с использованием модемов // Электронные компоненты. 2002.