

Смирнов Сергей Анатольевич

R2IN

170540 Тверская обл. Калининский р-н д. Игнатово 6-й Осенний
пер. д. 31

Многие радиолюбители работают цифровыми видами связи, поскольку это продуктивный метод, позволяющий проводить дальние связи малой мощностью даже на простые низкоэффективные антенны. Многие из них сталкиваются с проблемой подключения трансивера к персональному компьютеру. С одной стороны это должно быть простое в изготовлении устройство, с другой стороны оно должно обеспечивать гальваническую развязку между ПК и трансивером для обеспечения электробезопасности и уменьшения наводок на ПК от радиостанции. Приобретение фирменных устройств весьма затратное мероприятие, именно поэтому в статье предлагается простой, доступный для повторения вариант интерфейса для соединения радиостанции и трансиверов фирмы Yaesu, но не уступающий по характеристикам промышленным аналогам.

«Интерфейс для Yaesu» предназначен для сопряжения трансивера с ПК и позволяет управлять работой трансивера через USB порт компьютера, а также работать цифровыми видами связи (PSK, RTTY, JT65/9, FT8 и т.д.) используя программное обеспечение и звуковую карту. Возможна работа телеграфом CW с помощью персонального компьютера, что особенно удобно в соревнованиях. Также интерфейс позволяет программе – аппаратному журналу считывать точную частоту и вид модуляции с трансивера и управлять им.

Устройство подходит для большинства трансиверов фирмы Yaesu. Нужно сказать, что данные трансиверы используют два вида CAT интерфейса: через стандартный RS232 (он же COM порт), а так же через интерфейс UART. Логически интерфейсы одинаковы, но отличаются физическими уровнями сигналов: UART использует сигналы 0 и 5 вольт для логического нуля и единицы соответственно, а RS232 -12 и +12 вольт. (1)

Также трансиверы могут отличаться видами разъёмов. Для подключения к нужному трансиверу достаточно изготовить соответствующий кабель.

Особенностью данного интерфейса, в отличие от многих предлагаемых решений (2) (3) (4), является полная гальваническая развязка компьютера и трансивера, что обеспечивает электробезопасность и снижает риск высокочастотных наводок на ПК, которые могут привести к сбоям и выходу из строя. В устройстве применены только современные, доступные, недорогие импортные комплектующие с большим межвыводным расстоянием (не менее 1,27мм), что позволяет легко изготовить и смонтировать плату в домашних условиях. Максимально использованы компоненты для поверхностного монтажа (SMD) (5), что снижает трудоёмкость - не нужно сверлить большое количество отверстий. Печатная плата сделана односторонней в расчете на повторение методом ЛУТ (6) или с помощью фоторезиста (7).

В основу устройства положена микросхема CH340G, преобразующая интерфейс USB 2.0 в интерфейс UART – универсальный асинхронный приёмопередатчик (8). Официальная документация и драйверы доступны на сайте производителя (9). Данная МС появилась на рынке относительно не давно, но уже завоевала популярность, прежде всего благодаря низкой цене и удобному в монтаже корпусу. В аналогичных устройствах, как правило, применяют МС FT232, FT2232, CP2102 в многовыводных (обычно более 20) корпусах QFP, QFN, SSOP, а CH340G имеет всего 16 выводов и корпус SOIC-16, к тому же ее цена в 3-5 раз ниже указанных. Большинство операционных систем имеют в своем составе драйвер для работы с той МС, но, тем не менее, с сайта производителя можно скачать драйвера для следующих ОС: Windows 10/8.1/8/7/VISTA/XP, Windows SERVER 2016/2012/2008/2003, Windows 2000/ME/98, Android, Linux и Mac OS.

Схема устройства изображена на [рисунке 1](#). Данные от трансивера и к нему (TX и RX), в случае использования интерфейса RS232 поступают на МС DD2 MAX232A (10), которая преобразует уровни +12 и -12 вольт к уровням UART и обратно, а затем поступают на МС U1. Обратите внимание, в случае установки МС DD2 без индекса А нужно емкость конденсаторов С1-С4 увеличить до 1 мкФ. При использовании интерфейса UART данные сразу попадают на МС U1. Выбор используемого интерфейса производится установкой перемычек (джемперов) на разъемы XP1 и XP2. Для использования RS232 нужно замкнуть 1 и 3, 2 и 4, 5 и 7, 6 и 8 контакты разъема XP2, а так же установить перемычку на разъем XP1. Для использования UART нужно замкнуть 3 и 4, 5 и 6 контакты разъема XP2, а так же убрать перемычку с разъема XP1.

Микросхема U1 ADUM1201 (11) передает сигналы в двух направлениях, обеспечивая гальваническую развязку 2,5кВ. Затем сигналы с помощью микросхемы DD1 CH340G передаются в ПК по шине USB. При этом на ПК данные могут быть переданы и приняты с помощью виртуального COM порта, появляющегося в системе после подключения устройства. Кварцевый резонатор ZQ1 обеспечивает задание тактовой частоты 12МГц для МС DD1.

Резистор R2 не устанавливать, он нужен для включения инверсии сигнала UART, что для трансиверов Yaesu не требуется.

Для перевода трансивера в режим передачи (сигнал PTT), а также для управления телеграфной манипуляцией (CW) сигналы с выводов RTS и DTR микросхемы DD1 через оптопары U2 и U3 PC817 (12) поступают на транзисторные ключи TV1 и TV2 BC817 (13), которые с помощью выхода типа «открытый коллектор» управляют цепями трансивера. Защитные диоды VD1 и VD2 P6KE18A (14) служат для защиты транзисторов от перенапряжения свыше 18 вольт. Обратите внимание, если сигнал PTT

заведен на вывод трансивера с названием «DATA PTT» то трансивер будет переходить на передачу, только когда выбран цифровой режим связи.

Устройство питается от разъема USB компьютера. Для обеспечения изоляции по питанию применен DC/DC преобразователь U4 AM1D-0505SH30Z (15) , выдающий на выходе напряжения 5В и ток до 200мА. Данный преобразователь обеспечивает гальваническую развязку до 3кВ.

Для развязки аудио сигналов в обоих направлениях применены согласующие трансформаторы T1 и T2 LM-NP-1001 (16), имеющие импеданс 600 Ом на частоте 1кГц и рабочий диапазон частот от 200Гц до 3,5кГц, сопротивление постоянному току 66 Ом. Диэлектрическая прочность по постоянному напряжению 6,5кВ. На стерео разъем XS2 выведены сразу два сигнала входной и выходной, разветвляются они с помощью кабеля и выводятся на разъемы звуковой карты ПК. Крайний контакт штекера подключается к выходу звуковой карты, а центральный к линейному или микрофонному входу, третий контакт общий для обоих сигналов.

Дроссели L1-L8 BLM21AG601SN1D (17) (дроссели подавления ЭМП) служат для снижения влияния ВЧ излучения радиостанции на интерфейс.

Микросхема DD1 прямых аналогов не имеет, но немного изменив схему и плату можно применить любой преобразователь USB-UART, например FT232RL, CP2102. Если в интерфейсе не нужна CW манипуляция и PTT (большинство трансиверов могут переходить на передачу по CAT команде), то стоит обратить внимание на MC PL2303SA (18) в корпусе SOP8, при этом из схемы можно исключить следующие элементы: R1-R7, U1-U2, VT1-VT2, VD1-VD2, L2, L4. MC DD2 имеет много аналогов: ST232, MAX202, ADM202.

U1 – с любым буквенным индексом, первая буква показывает максимально возможную скорость передачи. Можно применить ISO7221AD (19) но придется немного скорректировать схему и плату, или припаять ее «вверх ногами», тогда корректировок не потребуется. U2-U3 – FOD817,

TLP521-1, LTV817, PC2501-1, SFH618. U4 может быть заменен аналогичным преобразователем 5В 150-400 мА других фирм с коррективкой посадочного места.

T1-T2 могут быть заменены на LM-LP-1001, отличающийся меньшей высотой. VD1-VD2 любые супрессоры на напряжение 14-16В. VT1-VT2 любые транзисторы NPN на напряжение более 30В и ток более 250мА. L1-L8 любые дроссели для подавления ЭМП типоразмера 0805.

Печатная плата односторонняя, имеет размер 108,5х54мм и предназначена для установки в алюминиевый корпус для РЭА G106 (20) размерами 115х65х30 мм. DIP элементы монтируются сверху, а SMD с низу (со стороны фольги). В случае заводского изготовления платы необходимо при заказе сделать отметку – «Не закрывать маской межслойные переходы». Монтажные схемы приведены на [рисунках 2 и 3](#).

Монтаж следует выполнять с помощью паяльной станции, с соблюдением мер по антистатической защите. Для установки платы в корпус необходимо в крепежных глухих отверстиях нарезать резьбу М3 и вкрутить туда стойки высотой 11мм. С двух сторон корпуса выполнить вырезы и отверстие для разъемов XS1, XS2 и XP3. Следует принять меры для предотвращения замыкания разъема XP3 на корпус, а также штекера, вставляемого в разъем XS2.

Для подключения к FT-950 (FTDX-1200, FTDX-3000) по RS232 используется один кабель, а для подключения к FT-857 (FT-100D, FT-817, FT-857D, FT-897D) по UART другой. Распайка кабелей и распиновка разъемов, их тип, а также марка проводов приведена на [рисунке 4](#).

При необходимости можно легко изготовить кабель под свой трансивер, изучив инструкцию. Вот список трансиверов с уровнями RS232: Elecraft: K2, K3; Icom: 7700, 7800; Kenwood: TS-480, 570, 870, 2000; TenTec: все трансиверы с разъемами DB9; Yaesu: FT-450, FT-847, F-920, FT-950, FT-1000MP, Mark V, Mark V Field, FT-2000, FT-9000. Трансиверы с уровнями

UART: Yaesu FT-100, 736, 747, 757GXII, 767, 817,840, 857, 890, 897, 900, 980, 990, 1000, 1000D.

Правильно собранное устройство в наладке не нуждается, но перед подключением к трансиверу предлагается выполнить его проверку. Проверьте, нет ли короткого замыкания между контактами 1 и 4 разъема XS1. Установите перемычки на разъемах XP1 и XP2 в соответствии с вашим трансивером. Подключите устройство к ПК. Проверьте напряжение питания на выводах 1 и 4, а так же на выводах 8 и 5 U1, в обоих случаях оно должно составлять 5В. Проверьте в диспетчере устройств ПК наличие виртуального COM порта и запомните его номер. Запустите любую терминальную программу, например Terminal v1.9b (21). Выберите COM порт с соответствующим номером и откройте его (connect) и попробуйте передать данные, при этом окно приема останется пустым. Теперь замкните через резистор 33 - 100 Ом контакты 1 и 2 разъема XP3 и повторите передачу данных. В приемном окне должны появиться отправленные данные. Проверьте работу сигналов RTS и DTS, при этом сопротивление между 3-6 и 4-6 разъема XP3 должно меняться от нескольких десятков МОм до 3-15 Ом.

Если проверка прошла успешно можно подключить интерфейс к трансиверу и настроить программное обеспечение соответствующим образом. Подключать интерфейс к ПК желательно при выключенном трансивере, иначе аппарат несколько раз кратковременно перейдет на передачу. Пример настройки программы OmniRig для FT-950 показан на рисунке 5.

Схема и плата устройства выполнены в САПР сквозного проектирования DipTrace (22), которая доступна для некоммерческого использования. Файлы вы можете скачать с сайта журнала Радио.

Список литературы

1. Понятия UART, RS-232 и COM. [В Интернете] [Цитировано: 20 03 2018 г.] <http://s-engineer.ru/ponyatiya-uart-rs-232-i-com/>.
2. Соединение трансивера с компьютером. [В Интернете] [Цитировано: 20 03 2018 г.] http://ko62iu.ucoz.ru/publ/soedinenie_transivera_s_kompjuterom/1-1-0-35.
3. Подключение компьютера к трансиверу и работа в эфире. [В Интернете] [Цитировано: 20 03 2018 г.] <http://meandr.org/archives/29187>.
4. Цифровой интерфейс для трансивера FT817ND. [В Интернете] [Цитировано: 20 03 2018 г.] <http://ra4nal.qrz.ru/dig817.shtml>.
5. SMD компоненты. [В Интернете] <https://www.ruselectronic.com/smd/>.
6. Создание печатной платы методом лазерного утюга. [В Интернете] [Цитировано: 18 03 2018 г.] <http://easyelectronics.ru/sozdanie-pechatnoj-platy-metodom-lazernogo-utyuga.html>.
7. Изготовление печатной платы с помощью пленочного фоторезиста. [В Интернете] [Цитировано: 18 03 2018 г.] <http://radiokot.ru/lab/hardwork/06/>.
8. Микросхема CH340G – преобразователь интерфейса USB в UART (мост USB-UART). Характеристики, условия эксплуатации, типовые схемы включения. [В Интернете] [Цитировано: 15 03 2018 г.] <http://mypractic.ru/mikrosxema-ch340g-preobrazovatel-interfejsa-usb-v-uart-most-usb-uart-xarakteristiki-usloviya-ekspluatacii-tipovye-sxemy-vklyucheniya.html>.
9. <http://www.wch.cn>. [В Интернете] http://www.wch.cn/index.php?s=/page-search_content-keyword-CH340G-type-%E5%9C%A8%E7%BA%BF%E4%B8%8B%E8%BD%BD.html.
10. Официальный Datasheet на MAX232. [В Интернете] <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/1798.pdf>.
11. Официальный Datasheet на ADUM1201. [В Интернете] http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADuM1200_1201.pdf.
12. Datasheet на PC817. [В Интернете] <http://electronix.org.ru/datasheet/Optical/PC817-SHARP.pdf>.
13. Официальный Datasheet на BC817. [В Интернете] https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/BC817_BC817W_BC337.pdf.
14. Официальный Datasheet на P6KE18A. [В Интернете] <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/1a/3b/f2/a9/96/72/49/ca/CD00000720.pdf/files/CD00000720.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000720.pdf>.
15. Официальный Datasheet на AM1D-0505SH30Z. [В Интернете] <http://www.aimtec.com/site/Aimtec/files/Datasheet/HighResolution/AM1D-Z.pdf?ft4=11-323>.
16. Официальный Datasheet на LM-NP-1001. [В Интернете] http://www.bourns.com/docs/Product-Datasheets/LMNPLP.pdf?sfvrsn=eef6056f_3.

17. Официальный Datasheet на BLM21AG601SN1. [В Интернете] <https://www.murata.com/en-eu/api/pdfdownloadapi?cate=&partno=BLM21AG601SN1%23>.

18. Официальный Datasheet на PL2303SA. [В Интернете] http://prolificusa.com/files/DS_PL2303SA_d20120504.pdf.

19. Официальный Datasheet на ISO7221AD. [В Интернете] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/iso7220c.pdf>.

20. Официальная документация на корпус G106. [В Интернете] <http://www.gainta.com.tw/pdf/G100/pdf/G106.pdf>.

21. Терминальные программы. [В Интернете] <http://easyelectronics.ru/terminalnye-programmy.html>.

22. Официальный сайт САПР DipTrace. [В Интернете] <https://diptrace.com/rus/>.