

FM радиоприёмник с RDS и контролем питания на дисплее WH1602.

Радиоприёмник с управлением посредством микроконтроллера построен на базе модуля с тюнером RDA5807M. Возможно также применение отдельной микросхемы тюнера RDA5807FP совместно с часовым кварцем без изменения управляющей программы микроконтроллера. Принципиальная электрическая схема радиоприёмника приведена в конце настоящего описания. Управляющая программа обеспечивает работу радиоприёмника в радиовещательном FM диапазоне 87...108 МГц и рассчитана на использование микроконтроллера ATmega8, который работает на частоте внутреннего генератора 8 МГц. Версия программы: *FM_M8_WH1602_RDS_Bat*.



Основные функции приёмника:

- Сканирование и запоминание станций в энергонезависимой памяти микроконтроллера.
- Вывод информации RDS в нижней строке дисплея.
- Возможность редактирования записанных в память частот, в том числе: изменение, добавление и удаление частот каналов приёма.
- Перебор станций, сохранённых в памяти вверх и вниз по списку, а также автопоиск станций вверх и вниз по диапазону кнопками CH+ или CH-.
- Поиск станции по её номеру при удержании кнопки CH+ или CH-.
- Переход в режим сканирования или редактирования производится при помощи меню, в которое можно войти при одновременном нажатии на кнопки V+ и V-.
- Переход из режима перебора радиостанций в режим автопоиска и обратно производится при одновременном нажатии на кнопки CH+ и CH-.
- Плавная регулировка громкости кнопками V+ и V- с отключением звука при "0".
- Запись последней частоты настройки и громкости в энергонезависимую память.
- Включение и выключение усиления басов через меню установок.
- Переключение режима воспроизведения МОНО/СТЕРЕО через меню установок.
- Индикация номера станции и опознавание его по частоте при автопоиске.
- Индикация уровня сигнала на дисплее четырьмя столбиками.
- Индикация уровня громкости цифрами от 0 до 16.
- Светодиодная индикация стерео-режима воспроизведения.
- Индикация наличия сигнала RDS при помощи светодиода.
- Подсветка дисплея в течение 16 сек при включении и после нажатия на любую кнопку.
- Сервисный режим измерения напряжения батареи в вольтах.
- Вывод на дисплей уровня заряда батареи в процентах.

Рабочий режим.

После включения приёмника, по умолчанию, устанавливается рабочий режим перебора сохранённых в памяти радиоканалов «пресет» (см. рис. выше). Переход в другие режимы работы производится из этого рабочего режима. В верхней строке отображается уровень принимаемого сигнала в виде четырёх столбиков, частота принимаемой станции и уровень громкости цифрами от 0 до 16. В нижней строке выводится номер принимаемой станции, а если принимаемая станция передаёт данные RDS, то загорается светодиод VD2 и в нижней строке отображается принимаемая информация. При слабом или зашумлённом сигнале сигнал RDS приниматься не будет, несмотря на то что светодиод-ный индикатор будет показывать наличие сигналов RDS.

```
CH+ scan V+ edit
V- set CH- exit
```

При первом включении приёмника в памяти микроконтроллера нет информации о частотах радиостанций, вещающих в данной местности. Для записи частот станций нужно произвести их поиск по всему радиовещательному FM-

диапазону, т. е. произвести сканирование. Чтобы выбрать режим сканирования или редактирования частот радиостанций, нужно перейти в основное меню при одновременном нажатии на кнопки V+ и V-. При этом на экране дисплея появится меню выбора режима работы (см. рис.).

Сканирование.

Для записи частот радиоканалов, работающих в данной местности, необходимо перевести радиоприёмник в режим сканирования частот, для чего нужно сначала войти в меню выбора режима работы, как это описано выше, затем нажать кнопку CH+.

```
088,2 Radio 12
V+ yes V- no
```

В результате сначала на дисплей выводится информация о назначении кнопок управления, затем радиотюнер начнёт сканирование и при обнаружении радиостанции на дисплее появляется изображение, показанное на рисунке слева. Теперь в верхней

строке отображается частота принятого канала и его порядковый номер, на который в дальнейшем будет ссылаться программа. В нижней строке остаётся информация о кнопках, облегчающая управление. Далее, если данная частота является действительно радиостанцией, а не помехой или гармоникой, пользователь нажимает на кнопку V+ для записи частоты в память. После этого сканирование продолжается до обнаружения следующего радиоканала или до конца диапазона. Если это помеха, то найденную частоту можно пропустить без записи в память, нажав кнопку V-. По окончании сканирования приёмник перейдёт в рабочий режим. Процесс сканирования можно в любой момент прервать, если нажать на кнопку CH-. В этом случае приёмник также переходит в рабочий режим, в котором можно настраиваться на сохранённые каналы, нажимая кнопки CH+ или CH-. При этом происходит перебор каналов в том порядке, в котором они были записаны в память при сканировании.

Редактирование списка частот, занесённых в память.

```
V+ edit V- del.
CH+ new CH- exit
```

Для редактирования частот радиоканалов, занесённых в память при сканировании, необходимо перевести радиоприёмник в режим редактирования частот, для чего нужно сначала войти в меню выбора режима работы, затем

нажать кнопку V+. В результате на экране дисплея появится меню выбора режима редактирования (см. рис.), из которого можно перейти к нужному действию или выйти из режима редактирования в рабочий режим, если нажать на кнопку CH-.

Изменение частоты настройки радиоканала.

Если пользователь желает изменить порядок следования радиоканалов при настройке на радиостанции, он может сделать это путём

```
_100,2 MHz
CH+ sel CH- mem
```

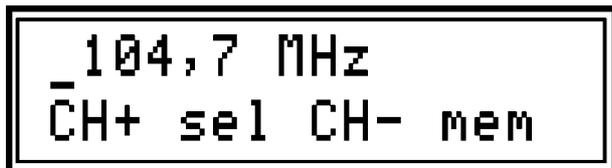
изменения значений частот каналов, которые были записаны при сканировании. Т. е. пользователю должны быть известны частоты каналов радиовещания. Для изменения частоты выбранного в данный момент канала, нужно

войти в меню редактирования и нажать на кнопку V+. При этом сначала на дисплей выводится информация о назначении кнопок управления, затем на экране дисплея появится

информация, показанная на фото слева. Далее, нажимая на кнопку CH+ и перемещая курсор под цифрами, нужно выбрать редактируемый разряд числа. Затем, нажимая на кнопку V+ или V-, можно установить значение данного разряда и перейти к другому разряду, вновь нажимая на кнопку CH+. После установки всех разрядов числа, данную частоту можно записать в память, нажав на кнопку CH-. Если установленная частота находится вне диапазона 87...108 МГц, то при попытке её записать, будет выведено сообщение об ошибке ввода, а частота записана не будет.

Добавление новой частоты радиоканала.

Если при сканировании какая-либо радиостанция была пропущена, её частоту можно добавить в память. Для добавления новой частоты радиоканала, нужно войти в меню



редактирования и нажать на кнопку CH+. При этом сначала на дисплей выводится информация о назначении кнопок управления, затем на экране дисплея появится информация, показанная на рис. слева. Теперь в верхней строке дисплея выводится принимаемая в данный момент

частота. Пользователь может записать любую частоту в пределах диапазона 87...108 МГц. Для этого нажимая на кнопку CH+ и перемещая курсор под цифрами, выбрать редактируемый разряд числа. Затем, нажимая на кнопку V+ или V-, можно установить значение данного разряда и перейти к другому, вновь нажимая на кнопку CH+. После установки всех разрядов числа данную частоту можно записать в память, нажав на кнопку CH-, после чего данная частота записывается в конец списка и радиоприёмник переходит в рабочий режим. Если установленная частота находится вне диапазона 87...108 МГц, то при попытке её записать будет выведено сообщение об ошибке ввода и частота записана не будет.

Удаление частоты радиоканала.

Если при сканировании ошибочно была сохранена в памяти частота помехи, или на каком-либо канале плохие условия приёма, то такую частоту (как и любую другую) можно



удалить из памяти частот радиоканалов. Для этого нужно настроиться на данный канал и затем войти в меню редактирования и нажать на кнопку V-. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на фото слева. Если теперь снова

нажать на кнопку V-, то частота выбранного канала будет удалена из памяти. Чтобы выйти из этого режима без удаления частоты, нужно нажать кнопку CH-.

Переключение режима поиска станции.

Кроме режима перебора сохранённых настроек станций (пресет), в программе предусмотрен режим автопоиска. Чтобы выбрать нужный режим настройки следует



одновременно нажать на кнопки CH+ и CH-. При этом в нижней строке дисплея появится название действующего в данный момент режима настройки на станцию – «PRESET» или «AUTO». В дальнейшем, для настройки на станцию вверх или вниз по диапазону нужно нажать соответственно

на кнопку CH+ или CH-. Если найденная в режиме автопоиска частота радиостанции уже записана в память, то в нижней строке отображается её порядковый номер, иначе выводится сообщение о том, что эта частота неизвестна. В таком случае, при желании, пользователь может, не выходя из режима автопоиска, перейти в режим редактирования и сохранить частоту в памяти.

Установка режима воспроизведения.

Для оперативного включения и отключения усиления баса и переключения между монофоническим и стереофоническим режимом воспроизведением музыки в программу



радиоприёмника введено дополнительное меню установок. Чтобы войти в это меню, нужно сначала войти в меню выбора режима работы, затем нажать на кнопку V-. При этом на экране дисплея появится информация, показанная на рисунке. Далее,

нажимая на кнопку V+ или V- можно переключиться на желаемый режим воспроизведения. Результат будет слышен сразу же после переключения, кроме того, в верхней строке дисплея будет отображаться соответственно режим «Mono» или «Stereo», а словом «Bass» отображается включение усиления баса. Для выхода из меню настроек нужно нажать на кнопку CH-, при этом установленный режим воспроизведения записывается в энергонезависимую память микроконтроллера и будет применяться при каждом последующем включении радиоприёмника.

Регулировка громкости.

Кнопки V+ и V- в рабочем режиме служат для регулировки громкости. На дисплей при этом выводится условное значение громкости цифрами от 0 до 16. При каждом кратковременном нажатии на кнопку значение громкости изменяется на одну единицу. При удержании кнопки в нажатом состоянии производится плавное увеличение или уменьшение громкости звучания. При нулевом значении громкости звук полностью отключается. Значение громкости запоминается при каждой новой настройке на станцию. При включении радиоприёмника уровень громкости устанавливается таким, каким он был при последней настройке на станцию. Если при нулевом значении громкости произвести настройку на другую частоту, то включается минимальная громкость.

Подсветка дисплея.

В программе радиоприёмника предусмотрено управление подсветкой дисплея. Подсветка включается при включении радиоприёмника и при нажатии на любую кнопку и гаснет, через 16 сек. после нажатия на кнопки управления. Когда дисплей погашен, то первое нажатие на любую кнопку управления вызывает включение подсветки без выполнения команды, закреплённой за данной кнопкой.

Настройка измерителя напряжения.

Схема приёмника рассчитана на работу от двух литий-ионных аккумуляторов с номинальным напряжением 7,4 В. В программе приёмника предусмотрено контроль уровня заряда батареи питания с индикацией в процентном соотношении. В рабочем режиме напряжение питания батареи измеряется и выводится на дисплей 1 раз в 16 секунд.

Для правильного отображения заряда батареи необходимо настроить измеритель напряжения, входящий в состав приёмника. Для этой цели предусмотрен сервисный режим работы, включить который можно, если замкнуть вывод порта PB1 на общую шину, после чего экране дисплея вместо принимаемой частоты будет отображаться напряжение батареи в вольтах. Частота измерения при этом будет гораздо выше, чтобы не приходилось долго ждать обновления показаний.

Напряжение батареи подаётся на делитель напряжения R16, R17, R18, с которого далее поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (вывод порта PC3). В микроконтроллере это напряжение сравнивается с внутренним опорным напряжением 2,56 В и преобразуется при помощи АЦП в число. Исходя из величины 2,56 В рассчитываются номиналы резисторов делителя.

При настройке нужно подключить цифровой вольтметр к батарее питания и подбором резистора R16 добиться одинаковых показаний на приборе и на дисплее радиоприёмника.



Желательно перед этим установить минимальную громкость, чтобы возможные кратковременные просадки напряжения питания не мешали настройке. Для удобства настройки параллельно резистору R17 подключается добавочный резистор R16 большего номинала.

После настройки переключку J1 следует удалить, чтобы значение напряжения не перекрывало значение частоты настройки. Уровень заряда батареи индицируется в процентах к максимальному. Если напряжение больше, чем максимальное для данного типа элементов, то всё равно, на индикатор выводится значение 100%.

При снижении напряжения батареи ниже допустимого значения, на дисплее появляется сообщение "A battery is discharged", после чего питание радиоприёмника отключается.

Описание схемы радиоприёмника.

На последней странице представлена полная принципиальная схема радиоприёмника. Радиоприёмник питается от двух литий-ионных элементов с общим напряжением 7,4 В. Непосредственно к напряжению батареи подключен усилитель низкой частоты, и стабилизатор питания +5 В. Из-за разности в напряжениях питания микроконтроллера и радиомодуля, для его питания пришлось установить стабилизатор на 3,3 В и преобразователи уровня сигнала на транзисторах VT1 и VT2.

Кнопки управления подключены не к порту С, как в предыдущих вариантах, а к порту В. Это понадобилось сделать для того, чтобы освободить порт С с АЦП для измерения напряжения питания.

В схему радиоприёмника введён узел управления питанием, состоящий из ключа на полевом транзисторе VT3 и промежуточного инвертора на биполярном транзисторе VT4. Включение и выключение питания производится кратковременным нажатием на кнопку SB5 «Power». При этом управляющее напряжение для ключа VT3 поступает через кнопку SB5, диод VD2 и резистор R22, после чего ключ VT3 открывается и микроконтроллер получает питание. Микроконтроллер после получения питания своим сигналом логической единицы на выходе порта PB6 открывает транзистор VT4 и, тем самым, поддерживает ключ VT3 в открытом состоянии.



Для выключения питания нужно снова кратковременно нажать на кнопку SB5, при этом напряжение на входе порта PB7 через диод VD3 будет близким к логическому нулю. На это микроконтроллер отреагирует тем, что сначала выведет на дисплей сообщение «Power off» (см. рис. справа), затем снимет управляющее напряжение на базе VT4 и, следовательно, ключ VT3 закроется и питание приёмника будет отключено.

Диоды Шоттки VD2 и VD3 служат для развязки цепей включения и выключения питания. При данном напряжении питания (7,4 В) можно применить обычные маломощные диоды, например, 1N4148 или КД221А.

Конденсатор С20 служит для предотвращения самопроизвольного включения питания в результате действия помех.

Приёмник работоспособен и при отсутствии ключа питания. В этом случае в схеме вместо него должен быть установлен выключатель питания.

Резисторы R16...R18 образуют делитель, напряжения батареи. Делитель подключен к входу АЦП микроконтроллера для измерения напряжения батареи.

Ключ на транзисторе VT3 служит для управления подсветкой дисплея. Дисплей WH1602 хорошо светит даже при токе около 5 мА, поэтому можно было бы не устанавливать этот

транзистор, а подключить подсветку непосредственно к микроконтроллеру. Но, возможно, радиолюбители будут применять дисплеи других производителей, поэтому я решил на всякий случай в схеме изобразить промежуточный ключ. В качестве ключа можно использовать любой низкочастотный маломощный транзистор структуры n-p-n. Если же использование ключа не предусматривается, то нужно вывод 16 дисплея (катод светодиодной подсветки) соединить с общей шиной, а правый по схеме вывод резистора R6 соединить не с шиной питания, а с выходом порта PB0.

В состав схемы входит усилитель низкой частоты на микросхеме TDA7052A. Можно, конечно, применить любой другой усилитель по желанию радиолюбителя. Особенностью данного УНЧ является управление громкостью изменением постоянного напряжения на выводе 4 «VC». Максимальная громкость определяется сопротивлением R20, величину которого нужно подобрать в зависимости от напряжения питания и уровня входного сигнала.

При первом включении радиоприёмника, необходимо отрегулировать контрастность изображения на дисплее при помощи подстроечного резистора R1. При неправильной установке этого резистора изображение может полностью отсутствовать.

Распределение портов микропроцессора:

PB0 - Вых. сигнал подсветки дисплея
PB1 - Перемычка для сервисного режима настр. Ubat
PB2 - Кнопка V+ увеличения громкости
PB3 - Кнопка V- уменьшения громкости
PB4 - Кнопка CH+ выбора следующей станции
PB5 - Кнопка CH- выбора предыдущей станции
PB6 - Выходной сигнал управл. питанием
PB7 - Кнопка управления питанием

PD0 - D7 - Линия данных дисплея WH1602A
PD1 - D6 - Линия данных дисплея WH1602A
PD2 - D5 - Линия данных дисплея WH1602A
PD3 - D4 - Линия данных дисплея WH1602A
PD4 - E - Выбор дисплея WH1602A
PD5 - RS - Сброс дисплея WH1602A
PD6 - Светодиодный индикатор сигнала RDS
PD7 - Светодиодный индикатор стереосигнала

PC4 - (SDA) - Двухнаправленная шина данных I2C
PC5 - (SCL) - Двухнаправленная шина тактирования I2C

При программировании МК необходимо запрограммировать следующие фьюзы: CKSEL0, CKSEL1, CKSEL3 и SUT0. Кроме того, по умолчанию всегда должен быть запрограммирован фьюз разрешения последовательного программирования SPIEN. Чтобы узнать шестнадцатеричные значения байтов конфигурации удобно воспользоваться онлайн калькулятором фьюзов.

<http://homes-smart.ru/fusecalc/?prog=avrstudio&part=ATmega8>

Получаем следующие значения:

LOW = 0xE4 HIGH = 0xDF

