Простой синтезатор частоты на Si5351 v4.1

Сейчас предлагается множество синтезаторов с громадными возможностями и функциями: с большим количеством крутилок, вертелок и кнопочек, а Вам для дачи или путешествий нужен простой, малогабаритный и экономный синтезатор для QRP трансивера или приемника прямого преобразования.

Предлагаемая конструкция синтезатора выполнена с использованием процессора ATtiny85, в качестве индикации - компактный 16x2 алфавитно-цифровой ЖКИ WO1602I (с подсветкой) и микросхемы Si5351. Минимум органов управления (только энкодер с кнопкой), позволило на обычных элементах реализовать синтезатор частоты размером 78x34 мм. Синтезатор может использоваться как в качестве гетеродина (ГПД) и опорного генератора (ОГ) в радиолюбительских приемо-передающих конструкциях с одним преобразованием частоты, так и в качестве гетеродина (ГПД) в конструкциях прямого преобразования частоты.

Особенности синтезатора:

- Простота сборки (настройки не требуется)
- Один (сквозной) диапазон настройки частоты от 1 – 160 МГц,
- Самостоятельная установка любой стартовой частоты
- Перестройка частоты осуществляется энкодером с кнопкой
- Энкодер установлен на плате синтезатора, но есть возможность его переноса или использовать внешний энкодер.
- Дискретный шаг настройки: 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 100 кГц, 1 Мгц.
- ЖК-дисплей отображает текущую частоту с точностью до 1 Гц.
- S-метр: 0 - 3.3В постоянного тока на J1 (отображается как изменяемая полоска)
- Выход синтезатора VFO разъем J3 (1 – 160 МГц),
- Выход BFO (Опорный Генератор) – выход J4. (установка частоты через меню синтезатора).
- Легкая настройка под любую ПЧ (ПЧ=0, Частота+ПЧ, Частота-ПЧ, ПЧ-Частота, АВТО-режим переключения по правилу: до 10,5 МГЦ получаем на выходе Частота+ПЧ; выше 10,5МГц получаем Частота-ПЧ). Все настройки через меню синтезатора.
- Возможность точной калибровки синтезатора
- Можно использовать для работы в качестве генератора с диапазоном перестройки частоты от 1 – 160 МГц или в качестве гетеродина (ГПД) в конструкциях прямого преобразования частоты)
- Питание синтезатора 9..12В / 30-40 мА.

Основной режим работы

Экран состоит из двух активных строк. В верхней строке отображается текущая частота с точностью до Герца.

В нижней строке слева в качестве плавающей полоски отображается уровень S-метра (0..3.3В), правее – шаг перестройки.

Шаг перестройки частоты меняется нажатием кнопки энкодера. Перестройка частоты происходит вращением энкодера вправо-влево.

Длительным нажатием кнопки энкодера (около 2-3 секунд) записывает значение текущей частоты в качестве стартовой при следующем включении синтезатора. Для того, чтобы не прерывать работу синтезатора в момент записи параметра текущей частоты в память процессора никаких дополнительных сообщений на экране не появляется.

Меню и настройка параметров

В меню содержатся настройки, которые записаны в энергонезависимую память и применяются в режиме работы синтезатора. Для входа в сервисное меню настройки необходимо:

1) Отключить питание синтезатора
2) Нажать и удерживать кнопку энкодера
3) Включить питание синтезатора, продолжая удерживать кнопку энкодера 1 секунду (как правило, достаточно нажатия при включении – долго держать не нужно). После того, как кнопка будет отжата, появится экран настройки “IFOFFSET”

Далее, на экране отображаются следующие настройки:

- “**IFOFFSET**” - установка значения промежуточной частоты (ПЧ). По умолчанию «0». Можно установить любое значение от 0 до 160 МГц. Установка выполняется с помощью энкодера (влево-вправо), а также кнопкой энкодера для переключения шага перестройки частоты

Для сохранения текущего параметра и перехода к следующему пункту меню необходимо нажать кнопку энкодера и не отпускать до тех пор, пока не обновится информация на экране

- «**Настройка режима работы ПЧ».**

Переключение между вариантами выполняются коротким нажатием кнопки энкодера**.**

Возможные варианты:

- **“+ IF”** – означает, что текущая частота на экране будет складываться с промежуточной частотой (Частота+ПЧ)
- **“- IF”** – означает, что из текущей частоты на экране будет вычитаться частота промежуточной частоты (Частота-ПЧ)
- **“IF -”** – означает, что из значения промежуточной частоты будет вычитаться текущая частота на экране (ПЧ-Частота)
- **“AUTO”** (установлен по умолчанию). АВТО-режим переключения по правилу: на диапазонах до 10,5 МГЦ получаем на выходе гетеродина «Частота + ПЧ», а на диапазонах выше 10,5МГц получаем гетеродин по формуле «Частота - ПЧ».
  Внимание! В случаях, когда задействованы параметры -ПЧ и ПЧ-, и результат математического вычитания становится отрицательным (например, 5МГц - 8,867 МГЦ), то на выходе синтезатора “VFO” будет нулевое значение. Как только результат математической операции будет выше минимального порогового значения (около 450 КГц), на выходе синтезатора автоматически будет ожидаемый результат.

- **“BFO”** - Установка частоты опорного генератора. По умолчанию значение «0». Выход генератора отключен. Установить можно любую частоту от 0 до 160 МГц. Реальное минимальное пороговое значение составляет около 450 КГц. Максимальное около 160 МГц. Установка выполняется с помощью энкодера (влево-вправо), а также кнопкой энкодера для переключения шага перестройки частоты. При ненулевом значении параметра опорной частоты выход генератора автоматически включается при следующем включении синтезатора или перезагрузке.

Для того, чтобы отключить выход опорного генератора необходимо установить значение «0».

- **“Crystal”** - Калибровка частоты опорного кварца микросхемы Si5351. Этот параметр необходимо корректировать, так как кварцы имеют небольшую погрешность по частоте несмотря на то, что они могут быть из одной партии. Мы подбираем максимально близкое значение кварцев для каждой партии для более точной калибровки, но тем не менее небольшая погрешность имеет место быть. По умолчанию значение 25 003 528 для кварцев 25 МГц и 30 000 778 для кварцев 30 МГц. При необходимости можно сделать калибровку необходимо использовать точный частотомер или современный осциллограф с функцией измерения частоты. Порядок калибровки следующий: для удобства в режиме калибровки на выходе J3 присутствует частота 3 600 000 Герц (3,6 МГц). Необходимо подключить частотомер и добиться на частотомере показаний 3,6 МГц.

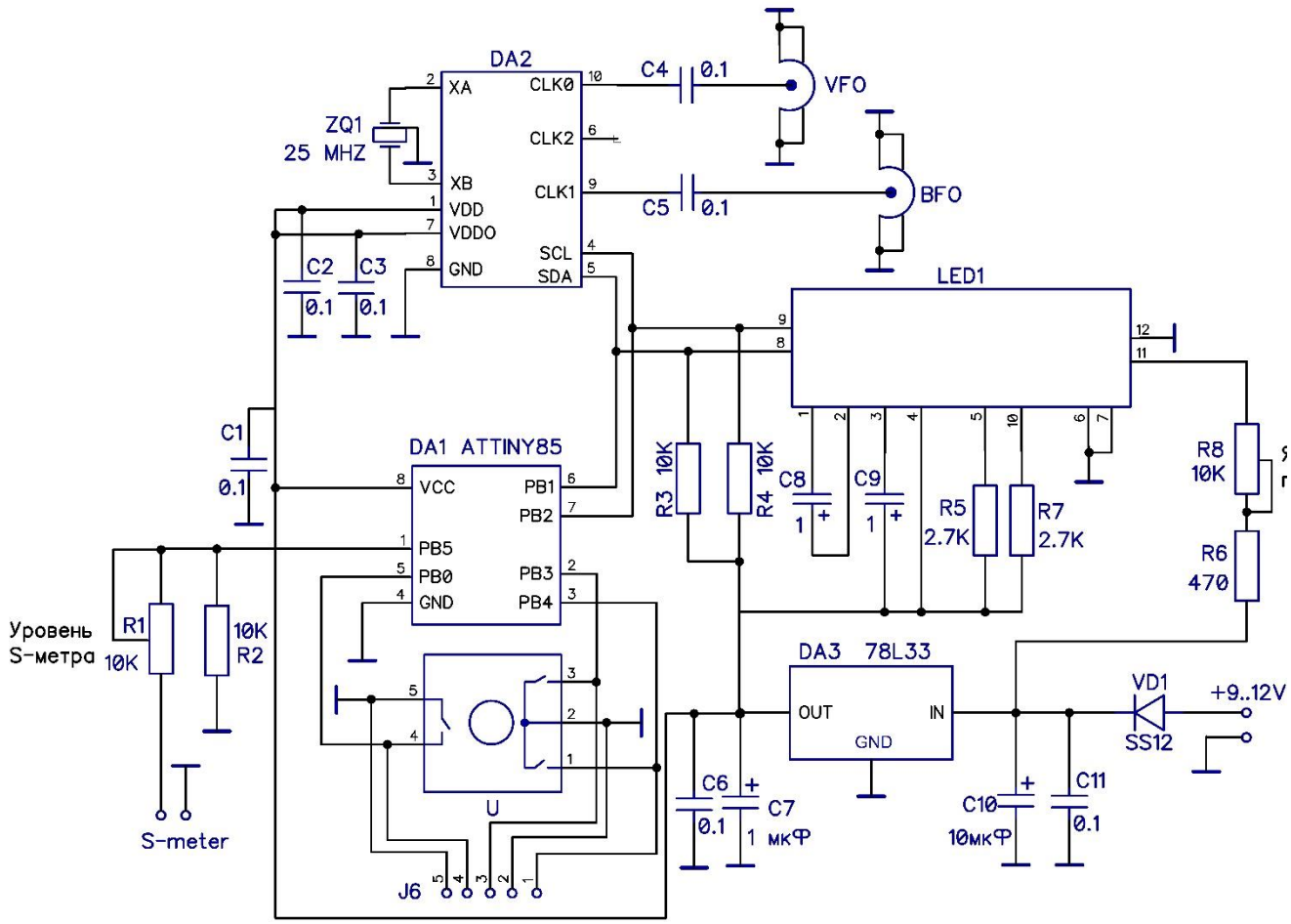
Как правило, по умолчанию погрешность показаний без калибровки составляет не более 30 Герц, что допустимо использовать без финишной калибровки при отсутствии точного частотомера.

<u>Для сохранения текущего параметра необходимо нажать кнопку энкодера и не отпускать до тех пор, пока не появится надпись «REBOOT» (Перезагрузить). После этого устройство перезагрузится автоматически.</u> После перезагрузки Синтезатор будет в рабочем режиме с установленными пользовательскими настройками.

Восстановление заводских настроек

Для восстановления заводской прошивки необходимо:

1) Выключить питание синтезатора
2) Нажать кнопку энкодера
3) Удерживать кнопку энкодера около 10 секунд при включении питания.
4) После успешного сброса откроется меню OFFSET с значением по умолчанию «0»
5) После этого рекомендуем еще раз перезапустить устройство для возвращения в рабочий режим (без нажатия кнопки энкодера)
6) После сброса необходимо проверить правильно установки значения CRYSTAL

Разъемы

- Питание 9..12В постоянного тока. Максимальное кратковременное значение напряжения 15В.
- S-meter - вход для подключения S-метра (0..3,3В). На входе присутствует резистивный делитель из резисторов R1/R2.
- VFO: Выход основного генератора частоты VFO
- BFO: Выход частоты BFO опорного гетеродина (при значении частоты «0» в меню - выход отключён)
- J6: внешнее подключение энкодера (вращение и кнопка). При необходимости перенести энкодер в другое место на лицевой панели приемника или трансивера можно отрезать часть платы с энкодером и сделать подключение к плате синтезатора с помощью проводов. Для этого на плате установлен разъем J6.
- Резистором R8 производится регулировка яркости подсветки дисплея.