

Самостоятельное изготовление приемника 900-1800 МГц



Дайлидов Ю.М., EW2AAA

Существует целый класс радиолюбителей, которые не заявляют о себе. И даже если бы хотели, не смогли этого сделать, так как не имеют радиопередатчика дома, а только приемник. Но приемник хороший, всеволновый. Речь идет, конечно, любителях радиомониторинга т.е. о увлеченных поиском редких радиостанций, и, если раньше подавляющее большинство их занималось радиовещательными станциями, то в последние годы они все больше переключаются на поиск служебных, военных, морских станций, а так же и спутников. Некоторые любители увлекаются приемом метеоспутников в диапазоне 137 МГц. И, если в этом диапазоне это не вызывает трудностей, то на частоте 1703 МГц, где передается картинка Земли с высоким разрешением это представляется гораздо более трудным занятием. В том числе и из-за недоступности приемной аппаратуры. Описываемый ниже приемник представляется попыткой «побить брешь в стене» сверхвысоких частот, где широкое радиолюбительское констру-



рование сложно, в том числе и из-за недостатка СВЧ измерительных приборов, и обойти «узкие места» изготовления в домашних условиях микрополосковых линий

Реальная чувствительность и Кш изготовленного приемника не измерялся, но ожидаемые станции принимались. Например радиотелефоны в диапазоне 900 МГц, цифровая мобильная 950 МГц и т.п. Некоторые недостатки, имеющие место быть в предлагаемой конструкции окупаются простотой и доступной элементарной базой. Налаживание не очень сложно и представляет хорошую школу по изучению техники высоких частот и цифровой техники, а так же по согласно совместной работе последних

Конструктивно приемник состоит из двух независимых блоков: конвертера и базового приемника.

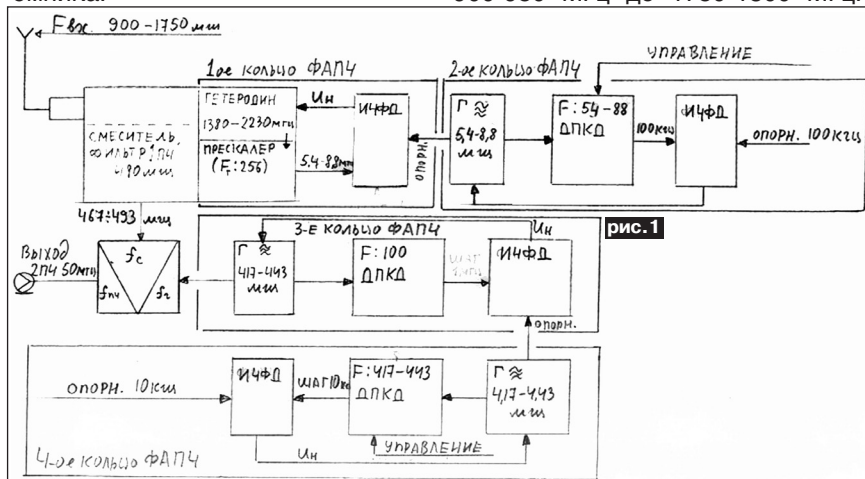
Часть 1. СВЧ-конвертер и контроллер

Как уже отмечалось, изготовление СВЧ-устройств в любительских условиях представляет определенную трудность. Поэтому в данном приемнике применяется готовый конвертер от устаревших аналоговых тюнеров спутникового TV. Принципиально он представляет собой законченный ЧМ-приемник с очень широкой полосой. В данной конструкции используется только преобразователь, сигнал снимается после фильтра основной селекции.

Диапазон его входных частот незначительно отличается у разных моделей и составляет от 900-950 МГц до 1750-1800 МГц.

(Измерено на двух моделях). Полоса пропускания по входу примерно 50 МГц. Выходная ПЧ-480 МГц (по некоторым источникам [10] 479,5 МГц, но здесь это не очень важно), полоса пропускания 26 МГц. В первой части статьи будет описано, как громадный диапазон частот шириной 850 МГц разделяется на удобные участки по 1 МГц в, которых осуществляется плавная настройка.

Для этой цели служит контроллер на основе четырех петель ФАПЧ, которые работают как дважды два (Hi), но одна пара независимо от другой. Функциональная схема устройства приведена на Рис.1. За основу возьмем диапазон входных частот 900-1750 МГц, а ПЧ-480 МГц. Гетеродин конвертера работает выше диапазона входных частот естественно на величину ПЧ, следовательно, диапазон его частот 1380-2230 МГц. Частота гетеродина делится на 256 ВЧ-делителем (прескалером), встроенным в блок, ранее применявшимся для синтезатора тюнера, и на выходе мы имеем частоты (округленно) 5,4-8,8 МГц. Если подать эти частоты на один вход схемы ФАПЧ, а на другой, в качестве опорных, частоты от 5,4 до 8,8 МГц с шагом 100 КГц, то весь диа-



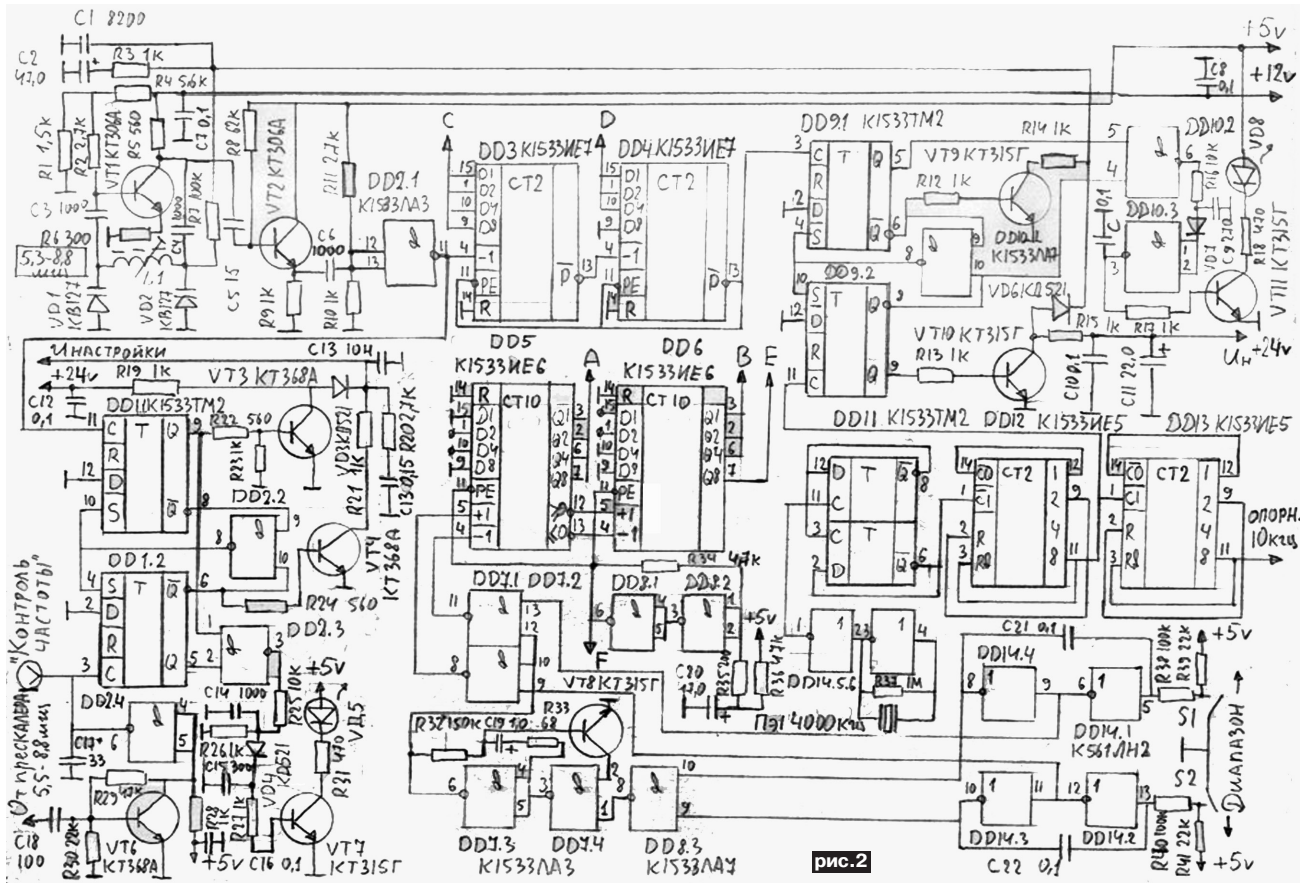


рис.2

пазон входных частот будет разделен на 34 фиксированных диапазона шириной 25,6МГц согласно уравнению (Шаг умножить на Кдел.=25,6МГц). Так устроено первое кольцо ФАПЧ. Кдел. ДПКД здесь постоянен и равен 256.

Для создания сетки опорных частот через 100 КГц служит второе кольцо ФАПЧ. Оно состоит из генератора управляемого напряжением (ГУН) работающего в диапазоне 5,4-8,8МГц делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД) и импульсного частотно-фазового детектора (ИЧФД). Частота опорного сигнала равна 100 КГц. ГУН второго кольца выдает опорный сигнал для первого (Рис.1).

Сигнал 1ПЧ с СВЧ-блока поступает на преобразователь частоты. На него же поступает сигнал гетеродина частотой 417-443МГц перестраивающего с шагом 1МГц, т.к. гетеродин является ГУН-ом третьего кольца ФАПЧ сигнал с него подается на ДПКД с постоянным Кдел. равным 100. Здесь для получения сетки частот с шагом 1 МГц изменяется не К дел. ДПКД, а частота опорного сигнала. Для

его получения служит четвертое кольцо ФАПЧ состоящее из ГУН-а, ДПКД с К дел.417-443. Частота опорного сигнала ИЧФД равна 10 КГц. ГУН работает в диапазоне частот 4,17-4,43 МГц и является опорным для третьего кольца ФАПЧ. Можно сказать, что, как и в первом кольце, ФАПЧ используется для умножения частоты стабильного опорного генератора (там, на 256), здесь на 100 частоты ГУН-а 4-ого кольца, т.е. (4,17-4,43)МГц x100=(417-443) МГц и получения частоты гетеродина. Сетка частот последнего получается из уравнения Шаг x К дел. Т.е.10КГц x100=1000 КГц. Т.о. смеситель преобразовывает полосу частот 1 ПЧ 467-493 МГц в 26 фиксированных участков (поддиапазонов) 2ПЧ равной 50МГц. Подобное построение ФАПЧ гетеродина было вызвано трудностью реализации СВЧ-счетчика с переменным Кдел.и нужным шагом. Это и вызвало появление еще одного (четвертого) кольца.

Относительно высокая частота второй ПЧ 50МГц выбрана из нескольких условий: подавления «зеркального» канала при

широкой полосе пропускания 1ПЧ и обеспечения необходимой полосы пропускания 2,5-3 МГц для приема цифрового сигнала с метеоспутников.

Переключение диапазонов и поддиапазонов осуществляется подачей на ДПКД 2 ого и 3 его колец ФАПЧ двоичного кода эквивалентного десятичному числу. Опорные частоты получены от одного общего кварцевого генератора.

Принципиальная схема.

Принципиальная схема 1-ого и 2-ого колец ФАПЧ приведена на Рис.2.

Амплитуда напряжения с прекаллера составляет 0,25v, что достаточно для усиления одним каскадом для приведения его к стандартному уровню TTL. Каскад выполнен на VT6. Сигнал с него подается на буферный элемент DD 2.4 и служит для обострения фронта импульса и стабилизации амплитуды. С выхода DD2.4 сигнал поступает на один вход ИЧФД 1-ого кольца ФАПЧ выполненного по стандартной схеме на триггерах микросхемы DD1, элементе DD2.2



и ключах VT3, VT4. На другой вход ИЧФД через эмиттерный повторитель VT2 и буферный элемент DD2.1 подается сигнал с ГУН-а второго кольца ФАПЧ. Схема ГУН-а была выбрана с учетом большого (приближается к двум) коэффициента перекрытия по частоте. Самовозбуждение генератора осуществляется за счет положительной обратной связи через П-фильтр образованный катушкой L1 и емкостью варикапов VD1, VD2.

Т.к. элемент обратной связи частотно зависимая цепь то в генераторе осуществляется стабилизация выходного напряжения. В цепь эмиттера VT1 включен резистор R6 сравнительно большого номинала (300 Ом). За счет этого получена глубокая отрицательная обратная связь по постоянному и переменному току стабилизирующая параметры генератора.

Напряжение настройки с выхода ИЧФД подается на СВЧ-конвертер через фильтр образованный C13, C23, R20. Некоторые элементы фильтра уже встроены в конвертер. Это следует учитывать при настройке. На элементе DD2.3, диоде и ключевом каскаде VT7 собран индикатор синхронизации. Он и все остальные подобные узлы в данном при-

емнике реагируют на появление на шине настройки значительной переменной составляющей. При нормальной работе светодиода не светится. Так же с буферного элемента DD2.1 сигнал с ГУН-а подается на ДПКД выполненного, на DD3, DD4 по схеме поглощающего счетчика с самозагрузкой данных. К дел. счетчика 54-88 следовательно с него снимаются импульсы с частотой равной опорной (100кГц) и подаются на ИЧФД 2-ого кольца ФАПЧ выполненного на элементах DD9, DD10.1, VT9, VT10. На второй вход ИЧФД подается сигнал опорной частоты 100 КГц

Опорный генератор выполнен на элементах DD14.5, DD14.6.

Частота генератора 4000 КГц. Для получения частот 100 и 10 КГц служат делители DD11(F:4), DD12 (F:10) и DD13(F:10). Сигнал настройки с выхода ИЧФД поступает на ГУН через фильтр C1, C2, R3. Т.к. здесь нет нужды в быстром переключении частоты постоянная времени выбрана большой, что способствует лучшей фильтрации управляющего напряжения.

Индикатор работы ФАПЧ собран на элементах DD10.2, DD10.3 и ключевом каскаде VT11.

Переключение диапазонов осуществляется следующим образом:

при включении приемника и поступлении напряжения питания +5в срабатывает одновибратор с обранный на элементах DD8.1, DD8.2 и выдает импульс лог. «0» на вход разрешения параллельной загрузки числа записанного в двоичном эквиваленте по входам данных (Выв.11 DD5, DD6). Здесь это число «54»

т.е. первый диапазон. Разумеется, можно записать и номер другого, например чтобы счет начинался с середины.

При замыкании и удерживании кнопки S1 или S2 выбора диапазона уровень лог. «1» со схемы защиты от «дребезга» контактов (DD14) через DD8.1 разрешает работу генератора счетных импульсов собранного на элементах DD7.3, DD7.4 и транзисторе VT8. Применение транзистора позволяет уменьшить емкость времязадающего конденсатора. Импульсы с генератора частотой 1-2 Гц и разрешающий уровень приходят на переключатель направления счета DD7.1, DD7.2, а с него на вход счетчика диапазонов DD5, DD6. Переключение диапазонов происходит также и при кратковременном нажатии на кнопку без участия генератора импульсов.

Выходы счетчика диапазонов обозначены как шины: «А»-младший-единиц и «В» старший разряд десятков. Выходной двоично-десятичный код подается на преобразователь последнего в равномерный, семиразрядный двоичный код. Преобразователь (Рис.3) собран на двух сумматорах DD1, DD2. Двоичный код с преобразователя подается на входы записи данных ДПКД по шинам «С» и «D», где «15» провод-младший разряд, а «9»-старший. Для удобства и упрощения рассмотрения схемы провода шины обозначены и подключены, как и номера выводов соответствующих микросхем. Также для «привязки» к основной схеме (Рис.2) микросхемы на (Рис.3) нарисованы «лежа на боку».

Данное схемное решение позволило «развязать» десятичный и двоичный счетчики и применить схему индикации работающей в десятичном формате. А так же применить в ДПКД поглощающий двоичный счетчик, который хорошо зарекомендовал себя удобством использования: по входам параллельной загрузки данных записывается число, на которое надо разделить входную частоту.

(Продолжение следует)

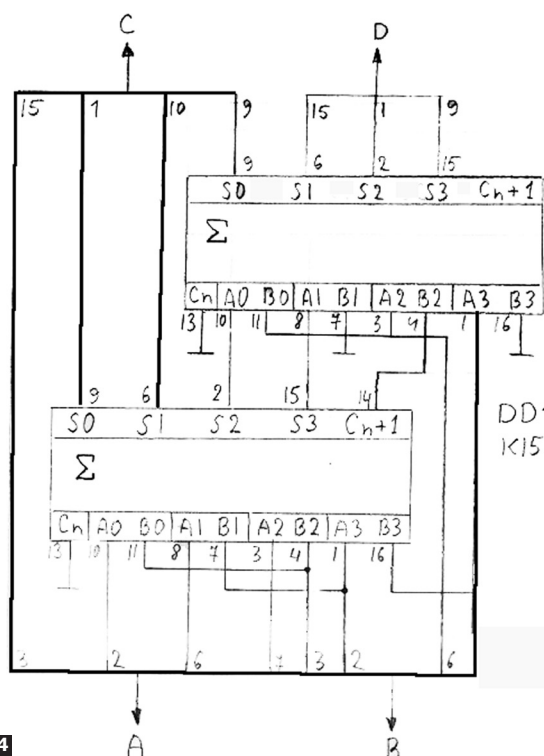


рис.4