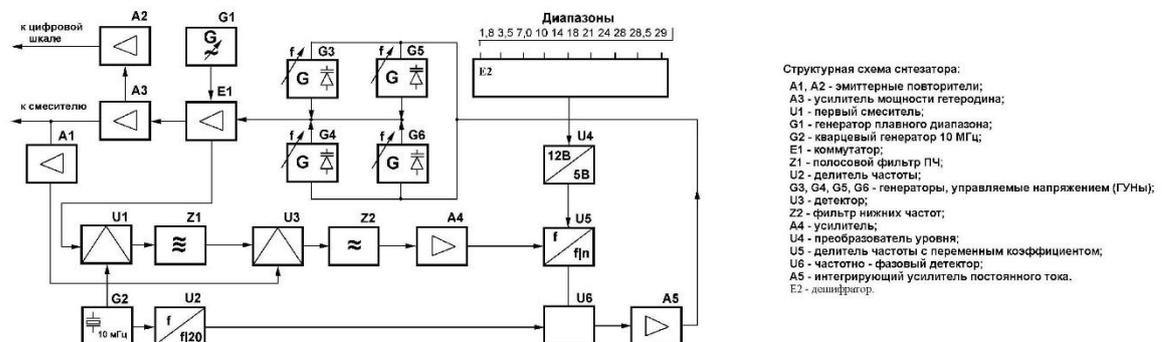


Синтезатор частоты TRX «Контур - 116»

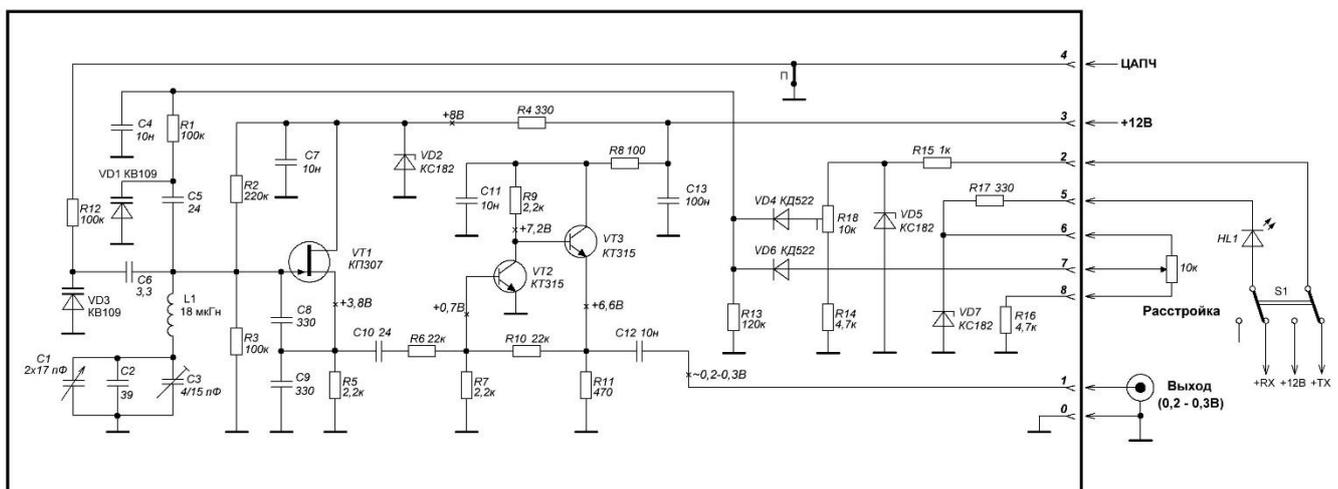
Данный синтезатор частоты разработан для трансивера «Контур-116». В этом синтезаторе выходные рабочие частоты формируются в результате когерентного преобразования частоты высокостабильного автогенератора, не переключаемого и не изменяющего свою частоту при переходе с диапазона на диапазон. Это позволяет получить довольно высокую стабильность рабочей частоты. Структурная схема синтезатора частоты приведена в альбоме и содержит следующие функциональные группы:

- A1, A2 – Эмиттерные повторители;
- A3 – Усилитель мощности гетеродина;
- U1 – Первый смеситель;
- G1 – Генератор плавного диапазона - блок управления синтезатором (БУС);
- G2 – Кварцевый генератор 10 МГц;
- E1 – Коммутатор;
- Z1 – Полосовой фильтр ПЧ;
- U2 – Делитель частоты;
- G3, G4, G5, G6 – Генераторы, управляемые напряжением на варикапах (ГУНы);
- U3 – Детектор;
- Z2 – Фильтр нижних частот (ФНЧ);
- A4 – Усилитель - ограничитель;
- U4 – Преобразователь уровня (ПУ);
- U5 – Делитель частоты с переменным коэффициентом (ДПКД);
- U6 – Частотно-фазовый детектор (ЧФД);
- A5 – Интегрирующий усилитель постоянного тока (УПТ).

Структурная схема синтезатора «Контур-116»



Принципиальная схема блока ГПД-М синтезатора «Контур-116»



Рассмотрим работу схемы синтезатора, промежуточная частота равна 8,865 МГц. Генератор плавного диапазона G1 вырабатывает напряжение с частотой 5,135 - 5,865 МГц, которое через коммутатор E1 поступает на смеситель U1. На этот же смеситель подается напряжение частотой 10 МГц от кварцевого генератора G2. Полосовой фильтр Z1, установленный на выходе смесителя U1, выделяет полосу частот 15,135 - 15,865 МГц. Выделенная частота подается на смеситель U3, где смешивается с сигналом, поступающим с ГУН соответствующего диапазона. Напряжение разностной частоты 0,5 – 6 МГц проходит через фильтр нижних частот Z2, усилитель A4 и подается на делитель частоты U5 с переменным коэффициентом деления (ДПКД). Коэффициент деления ДПКД зависит от диапазона и определяется шифратором E2, на который поступает напряжение +12 В от переключателя диапазонов. После делителя частоты U5 напряжение с частотой около 500 кГц подается на вход частотно-фазового детектора U6. Одновременно на другой вход ЧФД подается напряжение опорной частоты 500 кГц, полученное от деления на 20 делителем частоты U2 напряжения частотой 10 МГц, поступающего с кварцевого генератора G1. В результате взаимодействия этих частот в частотно-фазовом детекторе U6 выделяется импульсный сигнал рассогласования, который интегрируется и усиливается усилителем постоянного тока A5, а затем подается как управляющее напряжение на варикап соответствующего ГУНа.

На диапазоне 14 МГц напряжение частотой 5,135 - 5,865 МГц с генератора плавного диапазона G1 в схему синтезатора не поступает, а через коммутатор E1 и усилитель мощности гетеродина A3 подается непосредственно на выход синтезатора.

Распределение частот f1, f2, f3, f4, а также коэффициенты деления «n» ДПКД для fпч = 8,865 МГц приведены в таблице 1.

Диап азон	Частота, МГц					n	U управ В (В)	ГУН
	Рабочие частоты	f1 РЧ сигнала	f2 ГПД	f3 ПЧ	f4 = f2-f3			
1,8	1,83-2,0	1,27-2,0	10,135-10,865	15,135-15,865	- 5	10	2-4	1
3,5	3,5-3,8	3,27-4,0	12,135-12,865	15,135-15,865	- 3	6	4-5	2
7,0	7,0-7,1	6,77-7,5	15,635-16,365	15,135-15,865	+0,5	1	1-3	3
10	10,1-10,15	9,77-10,5	18,635-19,365	15,135-15,865	+3,5	7	2-3	4
14	14,0-14,35	14,0-14,73	5,135-5,865	--	--	--	--	--
18	18,068-18,168	18,0-18,73	9,135-9,865	15,135-15,865	- 6	12	6-8	1
21	21,0-21,45	21,0-21,73	12,135-12,865	15,135-15,865	- 3	6	4-5	2
24	24,89-24,99	24,5-25,23	15,635-16,365	15,135-15,865	+0,5	1	1-3	3
28	28,0-28,5	28,0-28,73	19,135-19,865	15,135-15,865	+ 4	8	3-4	4
28,5	28,5-29,0	28,5-29,23	19,635-20,365	15,135-15,865	+4,5	9	4-5	4
29	29,0 – 29,7	29,0-29,73	20,135-20,865	15,135-15,865	+ 5	10	5-6	4

Выходной сигнал синтезатора частоты снимается с усилителя мощности A3. Его спектральный состав является достаточно чистым, т.е. не содержит исходных частот, участвовавших в формировании, и может непосредственно подаваться на смеситель трансивера. Частота синтезатора на диапазонах 1,8; 3,5; 7; 10 МГц выше частоты принимаемого сигнала, на остальных – ниже частоты принимаемого сигнала. Этим достигается приём и передача нужной боковой полосы без изменения частоты опорного генератора. Все элементы синтезатора расположены на двух печатных платах размером 140x70 мм.

- Плата генераторов, управляемых напряжением (ГУН);
- Плата блока обработки частот (БОЧ).

Синтезатор собирается на П-образном шасси размером, причем плата ГУН располагается над шасси, а плата БОЧ – под шасси элементами вниз. Платы соединяются между собой двумя витыми парами проводов и восьми жильным кабелем согласно схемы монтажных соединений.

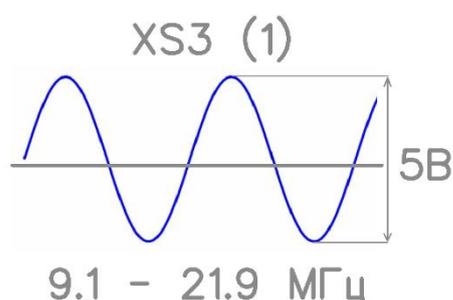
Блок генератора плавного диапазона в трансивере «Контур – 116» выполняется в коробке из д/алюминия. Принципиальная схема приведена в альбоме, в качестве элемента управления применяется малогабаритный 2-х секционный конденсатор переменной емкости. Обращаем внимание радиолюбителей, пожелавших собрать синтезатор, что конструкция и схемное решение блока ГПД может быть любым. В радиолюбительской литературе публиковалось множество, простых и сложных схем генераторов. При выборе схемы необходимо обратить внимание на следующие требования:

- Высокая стабильность;
- Диапазон частот - 5,130 – 5,870 МГц;
- Выходное напряжение - 0,25 – 0,3 В, с возможностью регулировки;
- Наличие буферного каскада, обеспечивающего хорошую развязку между генератором и нагрузкой;
- Наличие расстройки и, по желанию, ЦАПЧ.

Особенности монтажа платы ГУН

- Трансформатор Tr1 выполняется на ферритовом кольце проницаемостью 600-1000НН размером 10х6х5 (или 12х6х5) проводом 0.31-0.35мм в два скрученных провода. Число витков – 10.
- Катушки L1 – L4 выполняются проводом 0.28мм на каркасах диаметром 5мм, и помещаются в экран. Намоточные данные выполняются согласно таблице:

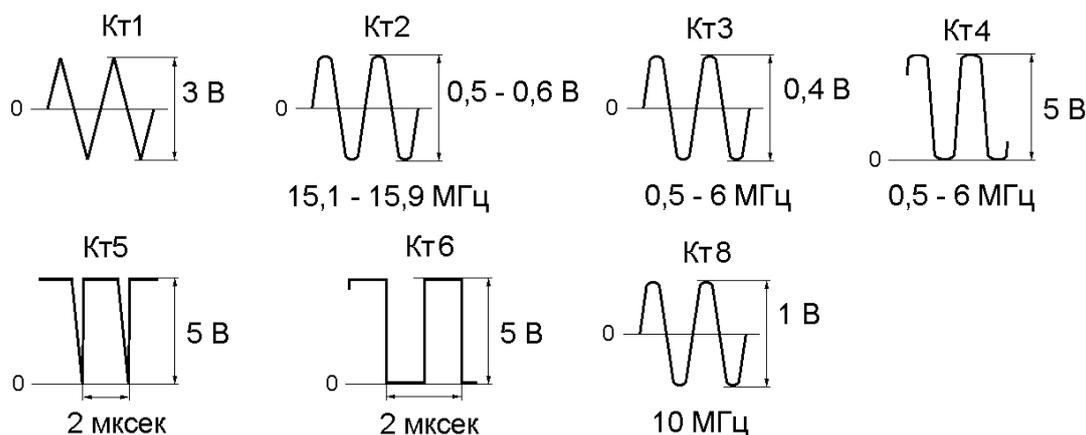
Обозначение	Номер вывода	Число витков
L1	2 – 3	8.5
	3 – 1	14.5
L2	2 – 3	5.5
	3 – 1	11.5
L3	2 – 3	4.5
	3 – 1	9.5
L4	2 – 3	3.5
	3 – 1	6.5



Особенности монтажа платы БОЧ

- Трансформатор Tr1-Tr4 выполняются на ферритовом кольце проницаемостью 600-1000НН размером 10х6х5 (или 12х6х5) проводом 0.31-0.35мм в три скрученных провода. Число витков – 10.
- Катушки L1, L2, L5 выполняются проводом 0.28мм на каркасах диаметром 5мм, и помещаются в экран. Намоточные данные выполняются согласно таблице ниже
- L3, L4, L6, L7 – стандартные дроссели типа ДПФ-0.1 или импортные аналоги.
- Диоды VD5, VD6 «примазываются» теплопроводящей пастой типа КПТ-8 к корпусам транзисторов VT4, VT5 для обеспечения надежного теплового контакта.

Обозначение	Номер вывода	Число витков
L1	1 – 2	16
	3 – 4	4
L2	1 – 2	16
	3 – 4	4
L5	1 – 2	18
	3 – 4	5



Настройка синтезатора

Перед установкой радиоэлементов на платы необходимо их проверить на исправность и соответствие номиналов — это залог того, что схема заработает и потребуется только настройка. Обратите внимание на правильное и качественное изготовление широкополосных трансформаторов (особенно соблюдение фазировки при соединении обмоток) и контуров. Сначала каждая плата настраивается отдельно. Для этого используются отдельный источник питания на 12 и 5 Вольт, регулируемый источник напряжения 0-12 вольт и измерительные приборы: ВЧ генератор (ГСС), частотомер, осциллограф, вольтметр. Перед включением плат проверяют правильность монтажа.

Настройка платы ГУНов

На плату подают питание +12 Вольт (контакт 13 разъема XS1) и поочередно включая диапазоны (подавая +12 Вольт на контакты 1-11 разъема XS1) проверяют работу диодного шифратора. Число в двоичном коде на контактах 2, 3, 4, 5 разъема XS5 должно соответствовать коэффициенту деления «п» ДПКД (см. таблицу 1). При включении диапазонов 1,8, 3,5, 7, 10 МГц на базе транзистора VT7 должно появляться напряжение 0,7 вольта. Далее последовательно проверяют работу ГУНов. На контакт 1 «управление» разъема XS5 подают напряжение 0-12 Вольт от внешнего регулируемого источника напряжения. Вращая сердечники катушек L1-L4, добиваются, чтобы при изменении управляющего напряжения на варикапах частота на выходе ГУНов менялась в пределах, указанных в таблице 1. Подстроечными резисторами R11, R26, R35, R41 добиваются одинакового напряжения на выходе ГУНов (около 1,7-2 В). Затем проверяют работу электронного коммутатора. На контакт 1 «ГПД» разъема XS2 от ГПД или ГСС подают сигнал частотой 5,1-5,9 МГц уровнем 0,25-0,3 В, переключая диапазоны, убеждаются, что на диапазоне 14 МГц этот сигнал подается на базу VT3, а на других диапазонах поступает на плату блока обработки частот (БОЧ).

Настройка платы БОЧ

Настройку платы БОЧ удобно проводить совместно с уже настроенной платой ГУНов. Платы соединяют разъемами XS1 (БОЧ) с XS5 (ГУН) согласно схемы монтажных соединений. Подают питание +12 В (контакт 13 разъема XS1) и +5 В (контакт 14 разъема XS1). Сначала проверяют работу кварцевого генератора и настраивают контур L5 в резонанс, добиваясь максимума напряжения (около 0,35 В) частотой 10 МГц в контрольной точке Кт8.

Далее проверяют работу делителя на микросхемах DD2 и DD5 с фиксированным коэффициентом деления на 20. В контрольной точке Кт6 должен быть меандр со скважностью равной 1, частотой 500 кГц и напряжением 5 В. Затем на вход смесителя (контакт 1) на транзисторах VT1 и VT2 от ГПД или ГСС подают сигнал частотой 5,1-5,9 МГц уровнем 0,25-0,3 В и настраивают полосовой фильтр L1, C10, C11, L2, C12 на полосу частот 15,1-15,9 МГц. Если смотреть АЧХ, то должны быть четко видны два «горба» с провалом 10-20 % в районе частоты 15,5 МГц. Напряжение в контрольной точке Кт2 должно быть 0,18-0,22 В.

Проверяем работу эмиттерно-источкового повторителя. Для этого в платах ГУНов и БОЧ соединяют «витой парой» контакты 3-4. На затвор VT3 подают сигнал от любого ГУНа. Напряжение в контрольной точке Кт1 должно быть около 1 В.

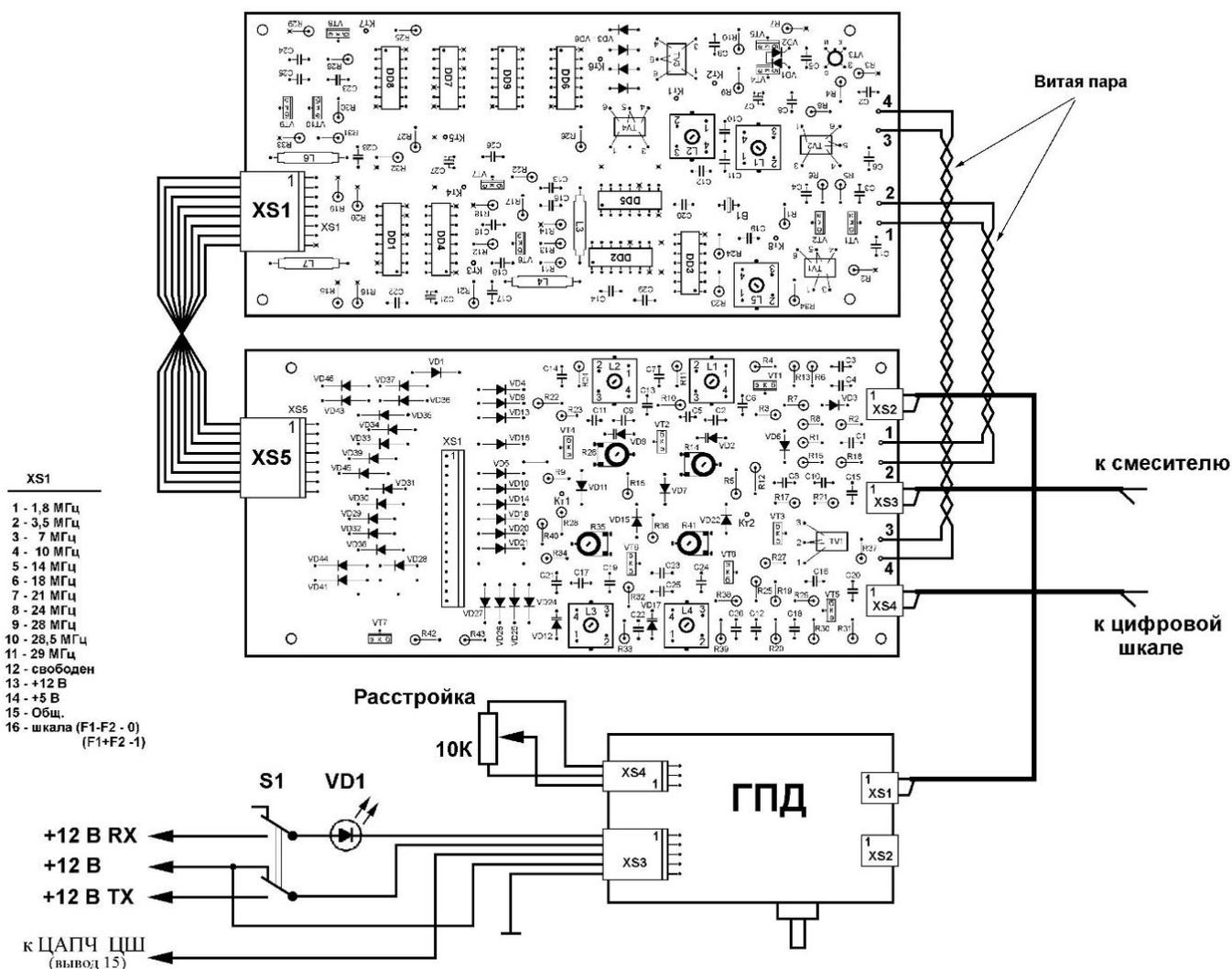
Далее проверяют работу диодного смесителя VD3-VD6 и ФНЧ на элементах C13, L3, C14, L4, C17. На выходе ФНЧ (контрольная точка Кт3) должно быть напряжение разностной частоты 0,5-6 МГц с действующим значением 0,1-0,15 В.

Следующим этапом проверяют усилитель-ограничитель на транзисторах VT6 и VT7 и делитель частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД) на микросхеме DD4. В контрольной точке Кт4 должно быть напряжение разностной частоты 0,5-6 МГц с амплитудой 5 В, а в контрольной точке Кт5 наблюдаются «иглы» обратной полярности с периодом 2 мксек, частотой равной 500 кГц и амплитудой 5 В.

В завершение проверяют работу частотно-фазового детектора, выполненного на микросхемах DD6, DD7, DD8, DD9, и интегрирующего усилителя на транзисторах VT8-VT9. Для этого размыкают

цепь «управление», включают диапазон 7 МГц, и, изменяя частоту ГПД (ГСС), наблюдают за сигналом в контрольной точке Кт5, одновременно фиксируя напряжение на коллекторе транзистора VT10. Как только период следования «игл» в контрольной точке Кт5 составит 2 мксек, произойдет изменение напряжения на коллекторе транзистора VT10 из состояния логического «0» (около 0,3 В) в состояние логической «1» (около 8 В) и на оборот. Восстанавливают цепь «управление» и подстраивают контура L1-L4 ГУНов на изменение частоты в соответствии с таблицей 1, но уже с реальным управляющим напряжением, поступающее с платы БОЧ. Следует отметить, что при подключении выхода синтезатора к конкретному смесителю напряжение управления ГУНов может измениться. Поэтому операцию по подстройке контуров L1-L4 ГУНов надо провести еще раз при подключенном смесителе.

Схема межплатных соединений синтезатора TRX "Контур-116"



Доработки

Изменения на плате ГУН: уменьшен номинал конденсатора С3 с 33нФ до 390...470 пФ, конденсаторы связи контуров С5, С11, С19, С24 увеличены до 51 пФ (это дает более плавную регулировку амплитуды выходного сигнала). Установите амплитуду всех ГУНов на выходе платы (XS3) порядка 5В. На ГУН-4 может быть меньше.

На плате БОЧ необходимо проверить уровень амплитуды 15,2...15,8 МГц в точке Кт2. Должно быть около 0,4В с небольшим провалом посередине диапазона. Такой же уровень амплитуды сигнала 10 МГц должен быть в точке Кт8. Его можно уменьшить расстройкой контура L5.

Добавлен конденсатор С25 - 33 нФ с точки соединения R28, С23, С24, С25 на землю. Конденсаторы с предыдущей версии С24, С25 заменен одним конденсатором С24 емкостью 0,22 мкФ.

Параллельно R33 на выходе напряжения управления установлена ёмкость С30 - 1000 пФ.

Необходимо проверить напряжение управления на ГУН-1: на диапазоне 18 МГц оно должно меняться от 7 до 5 В, а на диапазоне 1,8 МГц - от 4 до 2 В (примерно). Это напряжение можно регулировать сердечником катушки ГУНа.