

На двух кварцевых резонаторах

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Помещённая ниже схема генерирующего устройства (ГУ) может найти широкое применение в практике радиолюбителя. ГУ представляет собой комбинацию двух одинаковых кварцевых генераторов со смещением, которые могут быть применены при подборе одинаковых по частоте (или с заданным разнесом по частоте) кварцевых резонаторов, при дополнении КПЕ (включении его последовательно с одним, а переменная индуктивность – с другим кварцевыми резонаторами со стороны общего провода), устройство может служить низкочастотным генератором для настройки аппаратуры, на основе ГУ можно создать и ГПД со смещением, стоит лишь убрать или добавить пару деталей на усмотрение конструктора. Чем выше собственные частоты резонаторов, тем больший может быть обеспечен увод частоты биений резонаторов, однако, устройство будет более капризно к окружению: требуется экранирование.

Но главное, для чего затевалась подобная схема, – подборка кварцевых резонаторов для кварцевых лестничных фильтров. Известно, что чем точнее частота одного резонатора в таком фильтре будет соответствовать частоте другого резонатора в этом же фильтре, тем узкополоснее может быть создан фильтр и меньше будут его потери в полосе пропускания. Подбор резонаторов в ГУ прост: согласно схеме **рис. 1** вместо ZQ1 включается опорный кварц, относительно которого будут подбираться остальные, а вместо ZQ2 включаются резонаторы, частоты которых подбираются, к выходу ГУ подключается, в простейшем случае, – УЗЧ, по высоте тона биений между частотами, генерируемыми идентичными кварцевыми генераторами, можно судить о разности частот резонаторов, – чем тон ниже, тем более точно будут равны друг другу частоты этих резонаторов, при равенстве частот – “нулевые биения” (резонаторы, при испытаниях, должны иметь одинаковую температуру). Вместо УЗЧ или параллельно его входу можно включить и частотомер

(работающий от “нуля” Гц) и, таким образом, инструментально, фиксировать разность частот резонаторов. Питание ГУ можно осуществлять от батареи или стабилизатора с выходным напряжением от 5 до 12 В, соблюдая полярность.

При работе с ГУ как с генератором напряжения звуковых частот (ГЗЧ), следует подобрать два резонатора с разницей частот, например, в 1 кГц и использовать генерируемое напряжение для настройки УЗЧ. Подбрав ещё резонаторы, можно обеспечить переключаемый разнос частот и получить ряд наиболее применимых при настройке УЗЧ частот, например, 50, 100, 400, 600, 1000, 2000 Гц и т.д. Если необходимо иметь ГЗЧ с плавной перестройкой частоты, то последовательно, например, с ZQ1, включается конденсатор переменной ёмкости (КПЕ), с помощью которого частота этого кварцевого генератора уводится вверх; если необходимо уводить частоту вниз, то последовательно с кварцем включается переменная индуктивность, которую, наряду с подключенным к ZQ1 КПЕ, можно подключить и к ZQ2, обеспечив, таким образом, больший разнос частот и получение более высокого тона биений ЗЧ. Регулировка уровня выходного напряжения

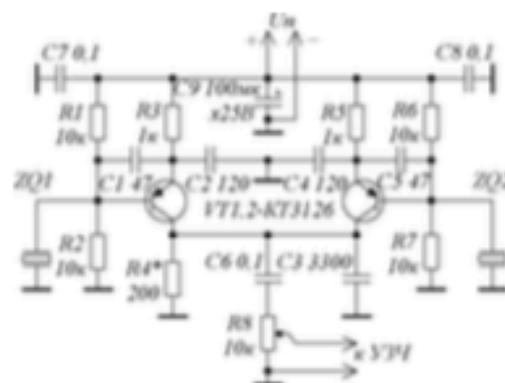


Рис. 1. ГУ с применением двух кварцевых резонаторов. Схема принципиальная электрическая

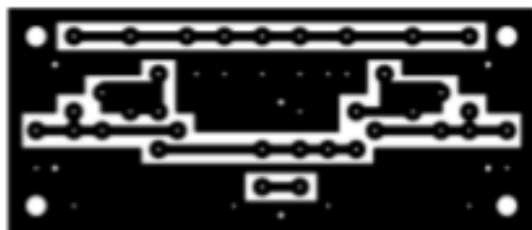


Рис. 2. Эскиз монтажной платы ГУ. Вид со стороны печатных проводников. Размер: 70x30x1,5 мм



Рис. 3. Эскиз монтажной платы ГУ. Вид со стороны расположения деталей на плате ГУ

ЗЧ обеспечивается потенциометром R8. В схемах кварцевых резонаторов ничего особенного нет, разве что выполнены они на р-п-р транзисторах, при применении транзисторов структуры п-р-п, нужно будет сменить полярность питающего напряжения и конденсатора С9. Сгенерированные напряжения смешиваются в цепях коллекторов транзисторов VT1 и VT2 по схеме "И", напряжения РЧ отфильтровываются с помощью конденсатора С3, ёмкость которого подобрана так, что устраняет колебания РЧ и не ослабляет низкочастотные (ЗЧ биения) колебания. По сути дела: у нас представлен простой диплексер, который позволил избежать применения сложных смесителей; ВЧ-напряжения, сделав своё дело, благополучно уходят на общий провод через конденсатор С3, а напряжение ЗЧ-биений, через С6, – в нагрузку R8. Транзисторы в ГУ можно применить любые высокочастотные, например, как на рис. 1, КТ3126 или КТ326, главное, – не превысить уровня допустимого напряжения питания. Возможно, при смене типов транзисторов, потребуется поварьировать сопротивлением резисторов R2 и R7, чтобы транзисторы не потребляли чрезмерные для них токи. Для удобства пользования прибором, под кварцевые резонаторы можно установить панели, позволяющие их оперативно заменять. В конструкции применены резисторы с допустимой рассеиваемой мощностью 0,25 Вт (без ущерба можно применить и 0,125 Вт, если прибор будет эксплуатироваться в стабильных температурных условиях). Схема прибора симметрична: в качестве эталонного можно применить и ZQ2.

Плата выполнена с использованием стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, фольгированного с двух сторон (рис. 2-3). На рисунке кружками показаны места проволочных перемычек, с помощью которых производится соединение фольги общего провода с обеих сторон платы пайкой.

При испытаниях ГУ сопротивление резистора R4 изменялось от 100 до 330 Ом, в конечной редакции сопротивление оставлено 330 Ом, как вариант, при котором потребление тока ГУ минимально и обеспечивается устойчивая генерация обоих кварцевых генераторов. Ёмкость конденсатора С3 может быть увеличена и подобрана так, чтобы, с одной стороны, подавить ВЧ напряжения от генераторов, с другой – не ослабить необходимую высшую частоту напряжения ЗЧ-биений.

Так как устройство содержит генерирующие каскады, оно должно быть экранировано полностью и развязано по питанию, чтобы не создавать помех электронному окружению. При одинаковых резонаторах ZQ1 и ZQ2, у которых на корпусах была обозначена частота 27,000 МГц, оба завелись на частотах вблизи 26,995 МГц с разницей в 10 Гц. ГУ отработало непрерывно 10 часов, частота ЗЧ-биений, при этом, менялась лишь со сменой температуры окружающего ГУ воздуха и в случае воздействия окружающих предметов и рук, которые поочерёдно подносились к незаземлённым корпусам кварцевых резонаторов, получились своеобразные преобразователи: в первом случае – температура - частота, во втором – ёмкость - частота, с индикацией по шкале частотомера или проще, – на слух: по высоте тона, что может быть применено на практике. В качестве УЗЧ, при экспериментах с ГУ, был применён УЗЧ [1], регуляторы уровня выходного напряжения ГУ и громкости УЗЧ устанавливались максимально в секторе 15° от нулевой точки, для эксперимента этого вполне хватило. Если потребуется более плавная регулировка выходного ЗЧ-напряжения ГУ, для сглаживания скачка уровня громкости в крайнем верхнем положении движка R8, между верхним (по схеме рис. 1) его выводом R8 и нижним выводом конденсатора С6 следует включить постоянный резистор в сотни Ом. Потребляемый ГУ ток составил 9,7 мА, при напряжении питания 9,44 В. Для повышения устойчивости как ГУ, так и используемого с ним УЗЧ, питание от БП на них следует подавать отдельными проводами, не используя "проходные" шины. На базе этого ГУ можно не только подбирать кварцевые резонаторы, но и создавать генераторы звуковых частот, музыкальные инструменты по типу терменвокса и др.



Рисунок печатной платы (файл [ndkr_lay.zip](#)) вы можете загрузить с сайта нашего журнала: <http://www.radioliga.com> (раздел "Программы")

Литература

1. В. Беседин. Усилитель ЗЧ для приёмника прямого преобразования. - Радиолобитель, 2015, №10, стр. 45...47; №11, стр. 46...48.