

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ



Простейший и абсолютно необходимый прибор — это ампер-вольт-омметр, или авометр, или, в просторечии, тестер. Сейчас тестеры дешевы и доступны, поэтому вряд ли есть смысл изготавливать такой прибор самому. Не гонитесь за дорогими цифровыми моделями — простейший стрелочный прибор вполне подойдет. Он даже удобнее цифрового при налаживании различных устройств, поскольку по движению стрелки легче понять, в какую сторону нужно крутить подстроечный резистор, легче отследить максимум...

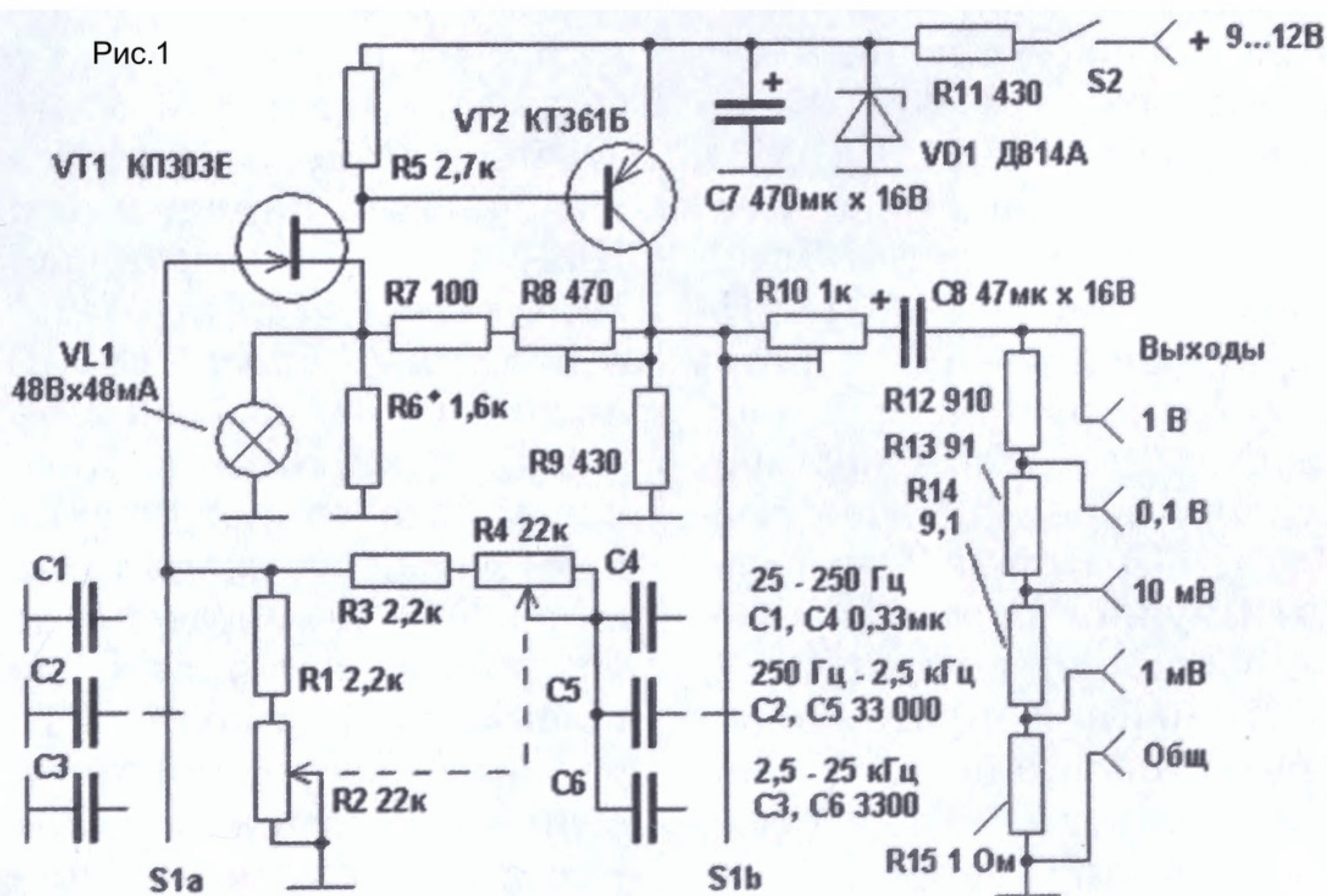
Следующий этап — нуж-

но какое-то средство для испытания и проверки телефонов и громкоговорителей, усилителей звуковой частоты (УЗЧ), различных звукозаписывающих и звуковоспроизводящих устройств. Такое средство — это генератор сигналов звуковой частоты, или, говоря проще, звуковой генератор. Традиционно он вырабатывает непрерывный синусоидальный сигнал, частоту и амплитуду которого можно изменять. Это позволяет проверять все каскады УЗЧ, находить неисправности, определять коэффициент усиления, снимать амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) и много

всего другого.

Звуковой генератор всего на двух транзисторах разработан и собран лет двадцать назад, но с тех пор крышка его корпуса ни разу не открывалась и он верой и правдой служил автору во многих экспериментах. Конечно, этот прибор вряд ли позволяет производить измерения коэффициента гармоник в аппаратуре Hi-End класса, а точность установки частоты и выходного напряжения измеряется процентами, но в радиолюбительской практике и этого вполне достаточно.

Схема генератора показана на рисунке 1. Два транзистора — полевой VT1



и биполярный VT2 — включены по схеме составного повторителя, имеющего небольшой коэффициент усиления и повторяющего на выходе фазу входного сигнала. Глубокая отрицательная обратная связь (ООС) через резисторы R7, R8 стабилизирует и усиление, и режим транзисторов.

Но для возникновения генерации нужна еще положительная обратная связь (ПОС) с выхода усилителя на его вход. Она осуществляется через так называемый мост Вина — цепочку из резисторов и конденсаторов R1...R4, C1...C6. Мост Вина ослабляет как низкие частоты (из-за возрастающего емкостного сопротивления конденсаторов C4...C6), так и высокие (из-за шунтирующего действия конденсаторов C1...C3). На центральной же частоте настройки, примерно равной $1/2\pi RC$, его коэффициент передачи максимален, а фазовый сдвиг равен нулю. На этой частоте и возникает генерация.

Изменяя сопротивления резисторов и емкость конденсаторов моста, частоту генерации удастся изменить в широких пределах. Для удобства пользования выбран десятикратный диапазон изменения частоты сдвоенным переменным резистором R2, R4, а диапазоны частот переключаются (S1a, S1b) конденсаторами C1...C6.

Для перекрытия всех звуковых частот от 25 Гц до 25 кГц достаточно трех диапазонов, но при желании можно добавить и четвертый, до 250 кГц (так сделано у автора). Выбрав несколько большие емкости конденсаторов или сопротивления резисторов, можно сместить диапазон

частот вниз, сделав его, например, от 20 Гц до 200 кГц.

Следующий важный момент в проектировании звукового генератора — стабилизации амплитуды выходного напряжения. Для простоты здесь использован самый древний и надежный способ стабилизации — с помощью лампы накаливания. Дело в том, что сопротивление нити лампы возрастает при изменении температуры от холодного состояния до полного накала почти в 10 раз! Малогабаритная индикаторная лампочка VL1 с сопротивлением в холодном состоянии около 100 Ом включена в цепи ООС. Она шунтирует резистор R6, при этом ООС невелика, ПОС преобладает и возникает генерация. По мере роста амплитуды колебаний нить лампы нагревается, ее сопротивление растет, и ООС увеличивается, компенсируя ПОС и тем самым ограничивая рост амплитуды.

На выходе генератора включен ступенчатый делитель напряжения на резисторах R10...R15, позволяющий получить калиброванный сигнал амплитудой от 1 мВ до 1 В. Резисторы делителя распаяны прямо на выводах стандартного пятиштырькового разъема от аудиоаппаратуры. Питание генератор получает от любого источника (выпрямителя, аккумулятора, батареи), часто от того же самого, от которого питается и испытываемое устройство. Напряжение питания на транзисторах генератора стабилизировано цепочкой R11, VD1. Резистор R11 имеет смысл заменить такой же лампой накаливания, как и VL1 (индикаторная телефонная, в «карандашном» исполнении) — это расши-

рит пределы возможных напряжений питания. Потребляемый ток — не более 15...20 мА.

В генераторе можно применять детали практически любых типов, но особое внимание надо обратить на качество сдвоенного переменного резистора R2, R4. Автор применил довольно крупный прецизионный резистор от какой-то устаревшей аппаратуры, но подойдут и сдвоенные резисторы от регуляторов громкости или тембра стереоусилителей. Стабилитрон VD1 — любой маломощный, на напряжение стабилизации 6,8...9 В.



При налаживании надо обратить внимание на плавность возникновения генерации примерно в среднем положении движка подстроечного резистора R8. При слишком малом его сопротивлении генерация может прекращаться в некоторых положениях ручки установки частоты, а при слишком большом может наблюдаться искажение синусоидальной формы сигнала — ограничение. Следует также измерить напряжение на коллекторе транзистора VT2, оно должно равняться примерно половине напряжения стабилизированного питания. При необходимости подбирают резистор R6 и, в крайнем случае, тип и экземпляр транзистора VT1. В ряде случаев помогает включение последовательно с лампой накаливания

VL1 электролитического конденсатора емкостью не менее 100 мкФ («плюсом» к истоку транзистора). В заключение резистором R10 выставляют на выходе амплитуду сигнала 1 В и

градуируют шкалу частоты с помощью цифрового частотомера. Она общая для всех диапазонов.

На фотографиях показан генератор в «приборном» исполнении, собранный на

дюралюминиевом шасси с П-образной крышкой. Возможны и другие варианты исполнения, в зависимости от вкуса и возможностей радиолюбителя.

В. ПОЛЯКОВ.