

«Радионезабудка»

Микромощный радиопередатчик, находящийся в портфеле, рюкзаке и др., и специальный радиоприемник у владельца, реагирующий на исчезновение контакта с «радиофицированными» вещами вследствие их потери или, возможно, кражи, могут составить охранную систему, способную обнаружить пропажу на самых ранних ее этапах.

Микромощный передатчик. Принципиальная схема радиопередатчика «незабудки» показана на рис. 1. Режим работы высокочастотной его части (VT1, ZQ1, R5, R6, R8, C4, L1) задает устройство, включающее в себя мультивибратор (DD1.1, DD1.2, R1, R2, C1), возбуждающийся на частоте $f \approx 1/2R_2 \times C_1 = 0,25 \dots 0,3$ Гц, и формирователь (DD1.3, DD1.4, R3, C2), трансформирующий один из фронтов меандра мультивибратора в импульс длительностью $t_{\text{имп}} = R_3 \times C_2 = 20$ мс.

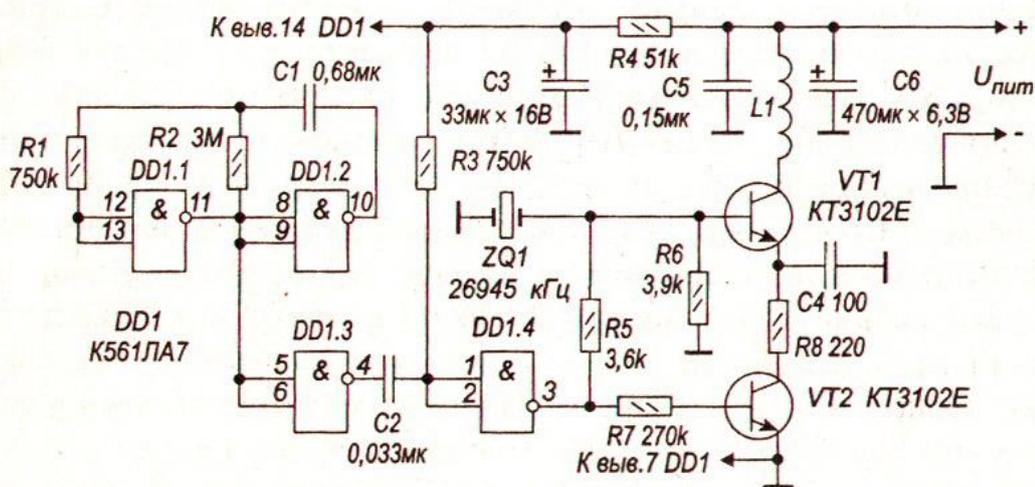


Рис. 1. Принципиальная схема микропередатчика «незабудки»

Передатчик работает в импульсном режиме. Лишь при появлении на выходе DD1.4 напряжения, равного $U_{\text{пит}}$, будут созданы условия его возбуждения: откроется электронный ключ (транзистор VT2) в цепи питания, а в базе транзистора VT1 возникнет необходимый начальный ток. Время вхождения передатчика в рабочий режим и, соответственно, фронт излучаемого им радиоимпульса - 4 мс.

В паузе между импульсами энергопотребление высокочастотной части передатчика сведено практически к нулю. Для уменьшения энергопотребления элементами управления в цепь питания микросхемы DD1 введен резистор R4, снижающий напряжение на ней до величины $U_{\text{пит}}$, при которой сквозные токи составляющих ее КМОП-структур становятся достаточно малыми.

В качестве транзистора VT1 может быть взят любой кремниевый п-р-п-транзистор, имеющий граничную частоту не менее 200 МГц. Основное требование к транзистору VT2: напряжение насыщения $U_{\text{кэ нас}} < 0,2$ В. Если этот транзистор будет иметь меньшее по сравнению с KT3102E усиление по току, то для введения его в режим насыщения потребуется соответственно уменьшить сопротивление резистора R7. Емкость конденсатора $C_3 = (5 \dots 10) t_{\text{имп}} / R_5$ (C_3 - в мкФ, $t_{\text{имп}}$ - в мс, R_5 - в кОм).

Катушку L1 - «магнитную» антенну передатчика - наматывают виток к витку на стеклотекстолитовой пластине 20x8 и толщиной 1,5 мм. Она имеет 30...35 витков, провод - ПЭВШО 0,25...0,3.

Кварцевый резонатор ZQ1 должен иметь частоту, разрешенную Госсвязьнадзором для охранных систем: 26945 или 26960 кГц. Важно, чтобы это был основной его резонанс (в резонаторе, рабочая частота которого является гармоникой основного резонанса, она бу-

дет указана иначе: 26,945 или 26,960 МГц). При использовании гармонического резонатора дроссель-антенну L1 потребуется заменить полноценным колебательным контуром, включенным так, чтобы его сопротивление, приведенное к коллектору транзистора VT1, не превышало 1...1,5 кОм (возможно шунтирование контура резистором).

Передатчик работает без какой-либо внешней антенны: при «незабудочных» расстояниях в ней просто нет необходимости. Источником питания может служить любая 6-вольтовая батарея. Зависимость потребляемого передатчиком тока I от напряжения источника питания U_{пит} показана в таблице 1.

Таблица 1

U _{пит} , В	I _{потр} , мкА
2,5	3,5
3,7	13
4,2	36
5,0	46
5,5	55
6,0	62

Все элементы микропередатчика располагают на печатной плате, изготовленной из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм (рис. 2). Фольга со стороны деталей (на рисунке не показана) служит лишь общим проводом-экраном (с ней соединен «-» GB1), в местах пропуска проводников она имеет выборки - кружки диаметром 1,5...2 мм. Соединения с ней выводов резисторов, конденсаторов и др. показаны черными квадратами.

Кварцевый резонатор ZQ1 устанавливают в вырезе печатной платы, и крепят пайкой к нуль-фольге «заземляемого» вывода. Оксидные конденсаторы C3 (габариты Ø4x8 мм) и C6 (Ø8x12 мм) монтируют в положении «лёжа»: C3 - над микросхемой, C6 - на плате (рис. 3). Все резисторы - МЛТ-0,125. Конденсаторы: C1 - К10-176, C2и C6-КМ-6, C4- К Д.

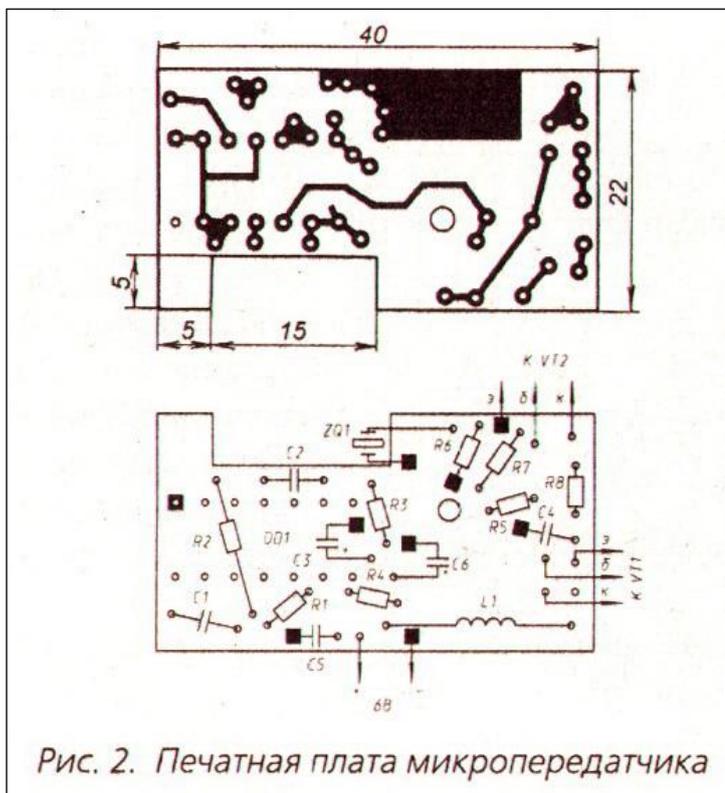


Рис. 2. Печатная плата микропередатчика

В качестве источника питания микропередатчика используется миниатюрная 6-вольтовая батарея типа E11A (Ø10,3x16 мм), имеющая электрическую емкость 33 мА ч. В

выключателе питания нет необходимости - достаточно ввести батарею в специальное гнездо, имеющее подпружиненные контакты. Общий вид передатчика показан на фото (рис. 3).

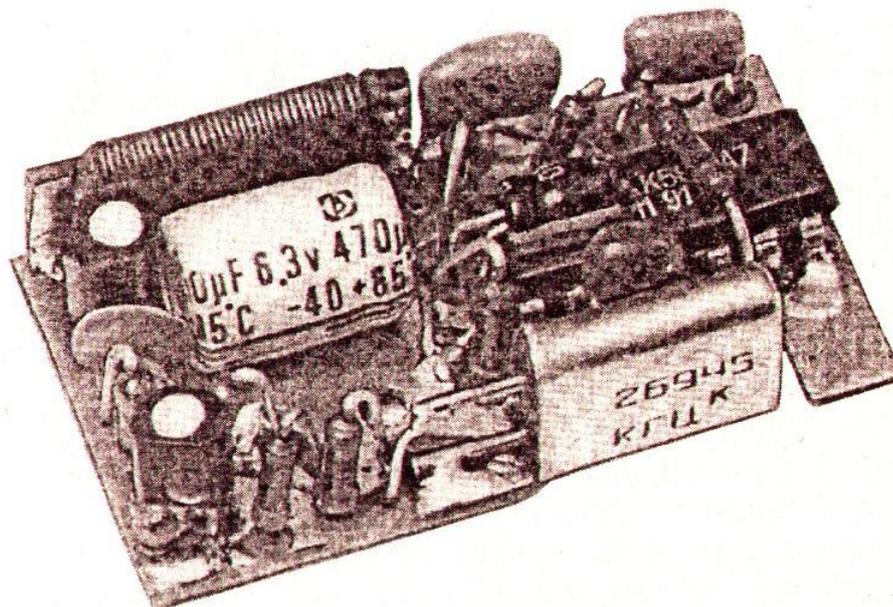


Рис. 3. Микропередатчик (фото)

Радиоприемник «незабудки» выполнен как супергетеродин с однократным преобразованием частоты, его принципиальная схема показана на рис. 4.

Микросхема DA1 - преобразователь, входной контур L1C1C2 которого настроен на частоту радиоканала охранной сигнализации f - 26945 или 26960 кГц, а частота гетеродина f , смещенная относительно f на 465 кГц, задана и стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Сигнал разностной (промежуточной) частоты $f_k=465$ кГц, выделенный пьезофильтром ZQ2, поступает на вход микросхемы DA2, в которую входит усилитель промежуточной частоты, амплитудный детектор и усилитель низкой частоты.

Операционный усилитель DA3 с транзистором VT1 на выходе представляют собой энергоэкономичный компаратор, преобразующий импульсный сигнал малого уровня в импульс с амплитудой, близкой к $U_{пит}$. На прямой и инверсный входы DA3 сигнал поступает через частотные RC-фильтры: R8C14=300 мс, отслеживающий напряжение питания, и R10C15=1мс, существенно снижающим чувствительность приемника к импульсным помехам. В компараторе особенно важен резистор R9: падение напряжения на нем - ΔU_{R9} - задаст порог срабатывания компаратора. Так, если R9=30 кОм, то в соответствии с распределением напряжения питания в делителе, составленном из резисторов R7, R9 и R11, $\Delta U_{R9}=30$ мВ и компаратор будет реагировать лишь на входные сигналы, амплитуда которых превысит это значение.

Устройство, формирующее тревожный сигнал при исчезновении сигнала микропередатчика, содержит задающий генератор (DD1.1, DD1.2, R16, R17, C16), формирующий меандр (период $t_3=2R17 \times C16$), и звуковой генератор (DD1.3, DD1.4, R18, R19, C18), возбуждающийся на частоте $f_{зв}=1/2R19 \times C18$. Микросхема DD2 - счетчик. Импульс «единичной» амплитуды на R- входе устанавливает его в нулевое состояние. В счетчик введена блокировка: при появлении напряжения высокого уровня на и ходе CN он перестает реагировать на сигналы, поступающие на вход CP. В этом состоянии счетчика создаются условия периодического возбуждения звукового генератора: он возбуждается лишь при появлении напряжения высокого уровня на выходе 10 DD1.1. Если $t_{зг}$ будет выставлено (подбором C16 или R17) так, что период следования импульсов микропередатчика окажется меньше $9t_{зг}$, то счетчик DD2, периодически

возвращаемый в нулевое состояние сигналами микропередатчика, не сможет выйти в позицию «9» и возбуждение звукового генератора не состоится. При исчезновении сигналов микропередатчика тревожная сигнализация включится, очевидно, не позже, чем через $9t_{зг}$, а при их возобновлении - немедленно прекратится.

О некоторых конструктивных особенностях радиоприемника.

Индуктивность L1 - магнитная антенна. Она намотана на ферритовом стержне МЗОВН диаметром 8 и длиной 40 мм. Намотка ведется проводом МГШВ-0,15 и имеет 5 уложенных в ряд витков. Резонансная емкость контура $C_{рез}$ и его добротность Q мало зависят от размещения обмотки: $C_{рез}=32$ пФ и $Q=260$, если она находится в средней части сердечника; $C=34$ пФ и $Q=280$, если обмотка находится в 5...6 миллиметрах от его края.

Частоту кварцевого резонатора ZQ1 рекомендуется выбирать ниже f_k . В таком случае канал «зеркального» приема ($f_{зп}=f_k - 2f_{пч}$) оказывается в мало загруженной сетке В диапазона гражданской связи.

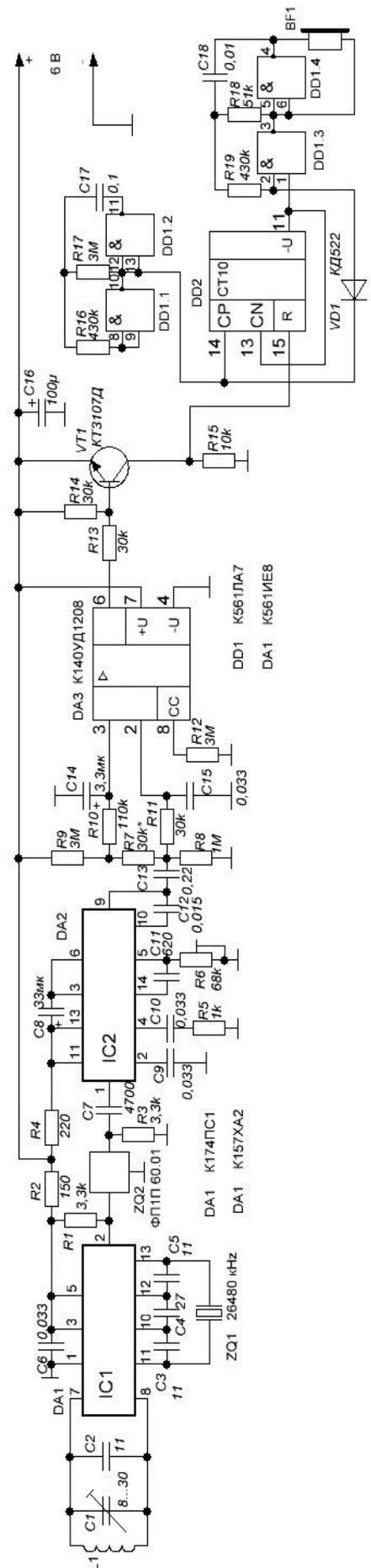
Резистор R6, от которого зависит чувствительность приемника (она растет с перемещением движка R6 вниз - см. рис. 4), может быть выполнен подстроечным - под шлиц, или регулировочным - с удобной ручкой.

Экран, показанный на рис. 4 штриховой линией, предназначен не столько для защиты радиоприемника от внешних наводок (его чувствительность относительно невелика), сколько от внутренних: сигналы, циркулирующие в DD1 и DD2, имеют высокочастотные составляющие, которые при неудачном монтаже могут «войти» в приемный тракт, оказаться соизмеримыми с рабочими ПЧ и ВЧ сигналами.

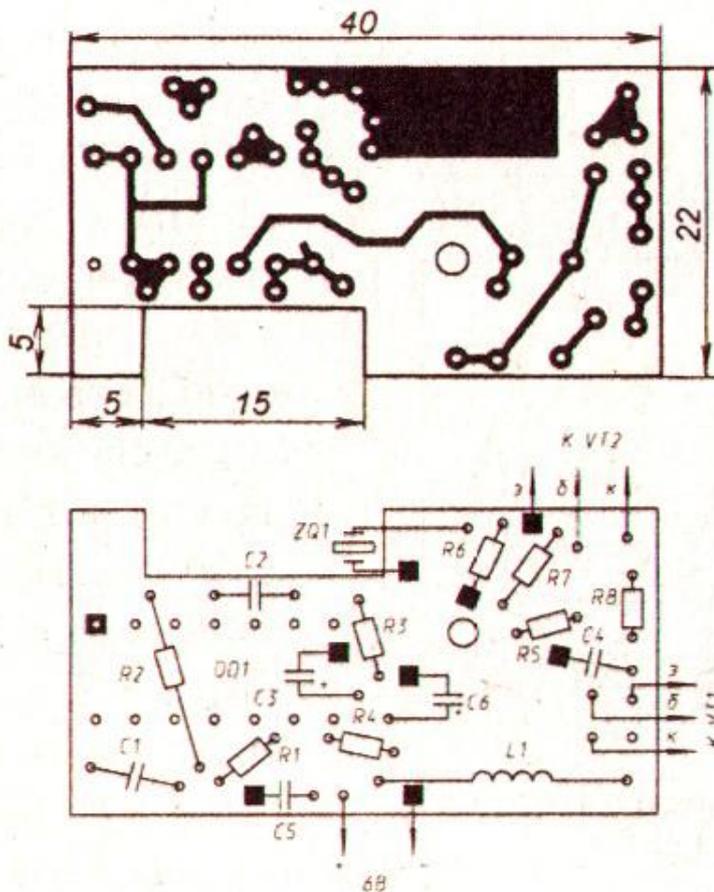
Все постоянные резисторы в радиоприемнике - типа МЛТ-0,125; конденсатор C1 - КТ4-23, C12, C17 - К50-35 или К50-40, C14 - К53-30, остальные - типа КД, КМ-6, К10-176 и т.п.

Приемник монтируют на печатной плате 87x41 мм, изготовленной из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (рис. 5). Она имеет три выреза: для размещения питающей батареи, кварцевого резонатора и обмотки магнитной антенны. Одну сторону печатной платы используют лишь в качестве общего провода и экрана, подобно тому, как это сделано в передатчике «незабудки».

Экран изготавливают из тонкой латуни или жести, его раскрой показан на рис. 6. Три его стороны отгибают по штриховым линиям, а четвертую - плавным перегибом на болванке диаметром 10...11 мм. Экран

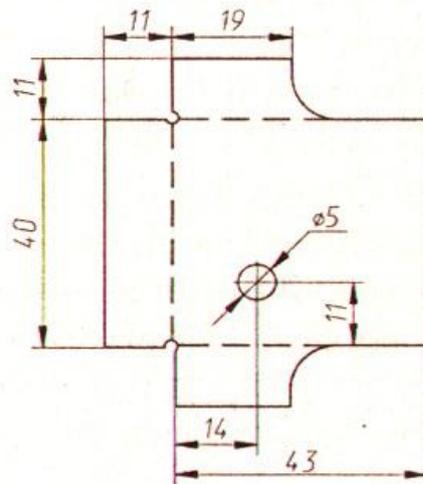


пропаивают в углах, выравнивают низ и крепят на печатной плате пайкой в трех-четырех точках.



Устанавливая экран на плате, имеющей иную конфигурацию проводников, необходимо проследить за тем, чтобы он не мог образовать на магнитной антенне короткозамкнутого витка: это сделало бы радиоприемник совершенно неработоспособным.

В безошибочно собранном радиоприемнике остается лишь настроить входной контур $L1C1C2$ на f_k - частоту выбранного радиоканала. Это можно сделать с помощью генератора стандартных сигналов, так или иначе связывая его выход с входом приемника, и вольтметра (лучше цифрового) со шкалой 1...2 В, подключенного к выходу 9 микросхемы DA2. Конденсатор $C1$ оставляют в положении, которому будет соответствовать максимум в показаниях вольтметра. Генератор стандартных сигналов можно заменить работающей на передаче Си-Би радиостанцией, если она имеет канал 39 в сетке В европейской шкалы частот (этому каналу соответствует частота 26945 кГц), или канал 1 сетки С российской шкалы (26960 кГц). Настройка входного контура радиоприемника может быть проведена и непосредственно по сигналам микропередатчика, расположенного в 1,5...2-метрах: выставив резистор $R6$ в среднее положение, находят такое положение конденсатора $C1$, при котором сигнал тревоги исчезает. При настройке приемника по сигналам микропередатчика может быть полезен осциллограф. С его помощью легко проследить прохождение импульсного сигнала по приемному тракту, настроить входной контур (по максимальной амплитуде



импульса на выходе 6 микросхемы DA3), проконтролировать работу задающего и звукового генераторов и др.

Таблица 2

$U_{\text{пит}}, \text{В}$	$I_{\text{потр}}, \text{мА}$
4,2	3,5
4,5	3,7
5,0	4,0
5,5	4,4
6,0	4,7

Источником питания радиоприемника служит 6-вольтовая гальваническая батарея 476А, имеющая малые размеры ($\text{Ø}13 \times 25$ мм) и, соответственно, небольшую емкость (105 мАч). В таблице 2 показана зависимость потребляемого приемником тока $I_{\text{пот}}$ от напряжения источника питания $U_{\text{пит}}$, позволяющая принять решение о нужной емкости источника питания в условиях, например, много-суточного непрерывного контроля.

Источник материала:

Радиолюбителю-конструктору: Си-Би связь, дозиметрия, ИК-техника, электронные приборы, средства связи. Ю.А.Виноградов. – М.: «ДМК», 1999 – 240с., ил.