

Искатель скрытой проводки

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Когда доходит дело до ремонта в квартире, будь то капитального или косметического, или, всего лишь, поиск отгоревшего в стене провода, желания забить в стену гвоздь или просверлить отверстие, не «взехав» в проходящий под штукатуркой провод электропроводки, перед радиолюбителем встаёт вопрос: а как это сделать, не обладая экстрасенсорными способностями? В подобной ситуации приходилось быть не раз и мне: состояние беспомощности нужно как-то устранить... До поры до времени, стыдно сказать, пользовался собственностью соседского по семейному обществу школьника – искателем скрытой проводки (скрученной изоляцией комбинацией спичечного коробка с вставленной внутрь платкой, гальванического элемента питания, капсуля ДЭМШ-1а и полоски белой жести от консервной банки – зонда), который выдавал трели щелчков и тем более частые, чем ближе искатель находился к токонесущему проводу. Это было ещё в 80-х годах прошлого века, прибор сделал дядя того школьника и подарил ему, мне же познакомиться с прибором представился случай: соседи остались без электричества и попросили меня помочь устранить неполадку, пока я диагностировал «казус», с занятий в школе пришёл их сынишка и продемонстрировал искатель, после применения которого устранение причины отсутствия электроэнергии стали ясны (отгорел в стене алюминиевый провод), а «лечение» причины заняло минуты. Познакомился я и с внутренностями искателя, перерисовал себе, но сделать простой приборчик всё руки не доходили. Похожая история случилась и у меня: после очередного потопы, отгорел провод теперь уже в потолке, снова выручила соседская «игрушка». Конструкция понравилась своей неприхотливостью и импульсным характером работы, при приближении к проводу, несущему переменный ток, количество звуковых импульсов в единицу времени увеличивается. Недавно, разбирая старые бумаги, нашёл свою зарисовку и решил, что полезный приборчик может пригодиться ещё кому... Когда уже было готово описание, разработана, собрана и проверена монтажная плата, задался вопросом, а откуда же взято описание этого искателя или дядя тогдашнего соседского школьника её выдумал сам... Поиск в Интернете привёл меня к наиболее похожему устройству,

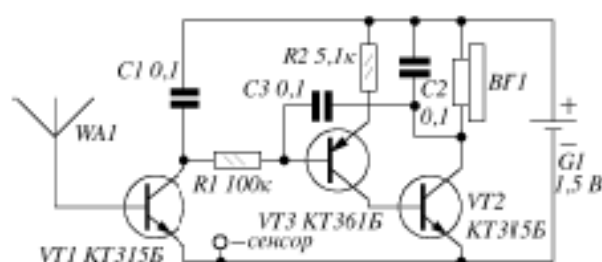


Рис. 1. Искатель проводки в стене. Схема принципиальная электрическая

описанному в [1], видимо, и дядя школьника схему брал оттуда... Решил отработать плату и конструкцию прибора на более современных деталях, оказывается, в Интернете есть уже и такое [2]. Осталось отработать корпус устройства...

Но, всё по-порядку: на рис. 1 приведена принципиальная схема этого, проверенного на практике, прибора – искателя токонесущих проводов, скрытых, например, слоем штукатурки. Эскиз монтажной платы (вид со стороны проводников и со стороны установки деталей) приведен на рис. 2 и рис. 3 соответственно.

Наведённое в зонде переменное напряжение с проводов детектируется на эмиттерном переходе транзистора VT1 и открывает его, заряжая конденсатор C1 (подключая его между полюсами источника питания). Когда напряжение на C1 достигнет некоторого порогового значения, достаточного для открывания транзистора VT3, запускается генератор ЗЧ, выполненный на транзисторах VT2 и VT3 и работающий в ждущем режиме. Резистор R1 – согласующий пороговое устройство с базовой цепью транзистора VT3, входящего в генератор. Ёмкостью конденсатора C3 и сопротивлением обмотки электромагнитного капсюля определяется частота следования импульсов ЗЧ генератора (частота заполнения импульсов включения), величина напряжения поступающего с конденсатора C1 влияет на частоту включения генератора ЗЧ. Чем ближе к зонду прибора токонесущий провод, тем сильнее наводка переменного напряжения с него на зонд, тем сильнее будет открываться транзистор VT1, тем быстрее и чаще будет заряжаться от источника питания конденсатор C1 и включаться генератор. По максимальной частоте переключений и определяется местонахождение

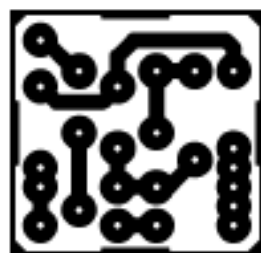


Рис. 2. Искатель проводки в стене. Эскиз монтажной платы (M2:1). Вид со стороны проводников. Размеры платы: 16,5x16,0x1,0...1,5 мм. На практике размеры платы определяются расстояниями между боковыми стенками корпуса, для этого, при изготовлении платы её окантовка с фольгой делается шире (см. текст)

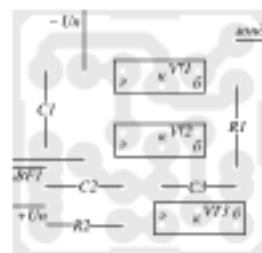


Рис. 3. Искатель проводки в стене. Эскиз монтажной платы (M2:1). Вид со стороны установки деталей

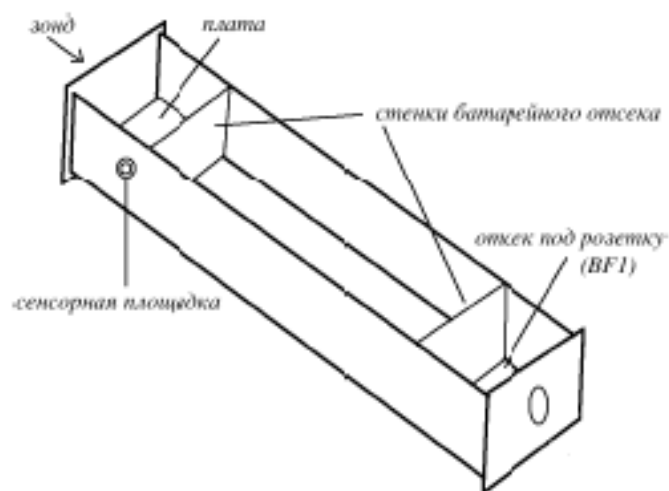


Рис. 4. Искатель проводки в стене. Эскиз конструкции корпуса прибора. Отверстие в ближней торцевой стенке предназначено для установки розетки под штекер головных телефонов, в отсек может быть помещён, в качестве альтернативы, малогабаритный капсюль

токонесущего провода. Резистор R2 ограничивает ток через p-n-р транзистор VT2, являясь эмиттерной нагрузкой этого транзистора, влияет и на режим “ждущего” генератора, в цепь коллектора транзистора VT3 включен достаточно высокоомный телефонный капсюль (сопротивление постоянному току электромагнитного капсюля должно составлять примерно 50...200 Ом) – BF1, его сопротивление влияет на частоту генерируемых генератором ЗЧ колебаний и энергопотребление прибора (чем ниже сопротивление BF1, тем больше энергопотребление). Капсюль издаёт трели и тем более частые, чем сильнее наводка переменного напряжения на зонд прибора.

Конструкция прибора выполнена вытянутой в длину – в корпусе из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита и составлена (от входа к выходу) из зонда, который представляет собой одну сторону фольги торца корпуса, изолированную от него, далее следует плата искателя, впаянная в корпус с помощью имеющихся на ней по периферии полосок фольги (вертикально или горизонтально, зависит от задумки конструктора и желания разместить над платой малогабаритный капсюль BF1), следом, в корпус вложен пластмассовый чехол с контактами для подключения гальванического элемента питания (типа AA или AAA), с другого торца корпуса искателя встроены малогабаритный электромагнитный капсюль (BF1), возможна установка здесь ответной части соединителя (розетки) под штекер выносных (более габаритных) головных телефонов. Для уменьшения длины конструкции капсюль можно разместить над платой искателя, на крышке корпуса, в которой над излучающей поверхностью капсюля просверлено одно или ряд малых отверстий, защищённых (заклеенных) изнутри мелкой сеточкой. В [1] также указано на возможность регулировки чувствительности искателя за счёт сенсора – вывода, соединённого с общим проводом (минусом) конструкции,

изолированным от корпуса прибора. В материале корпуса необходимо предусмотреть изолированный “пятячок” и соединить его с общим проводом на плате искателя (“общие провода” платы и корпуса прибора не имеют контакта). При необходимости увеличить чувствительность прибора, нужно просто пальцем коснуться этого пятячка, напряжение на базе VT1, за счёт “противовеса” (тела человека) увеличится, и прибор будет срабатывать от меньших наводок – работать на большем расстоянии от токонесущих проводов, при меньших токах в них или при большей толщине штукатурки. Поскольку конструкция в нерабочем состоянии практически ничего не потребляет, транзисторы заперты, выключателя питания нет, как сказано в [1], одного элемента питания может хватить на 1...2 года. Поскольку элемент G1 заменять приходится редко, при отсутствии кожуха, можно просто припаять к элементу провода питания искателя. При отсутствии малогабаритного электромагнитного капсюля BF1, с помощью вышеупомянутого соединителя к выходу прибора можно подключить обычные стереонаушники, соединив их капсюли последовательно (плюс одного капсюля – конец обмотки соединяется с минусом – началом обмотки другого). Малогабаритные звуковые излучатели бывают пьезоэлектрического типа, здесь, при данной схемотехнике, таковые не пойдут, перед применением измерьте сопротивление капсюля, если очень большое, то это – пьезоэлектрический капсюль. Немного изменив схему прибора, включим такой капсюль вместо конденсатора C3, а вместо BF1 подключим резистор в 100 Ом, теперь и пьезокапсюль работает, но внутренняя ёмкость излучателя достаточно мала и тон заполнения импульсов включения будет очень высоким, можно снизить высоту тона подключением параллельно капсюлю дополнительных конденсаторов, но это уменьшит громкость индикации прибора. В [2] даже отмечено, что ёмкость конденсатора C3 для лучшего восприятия нужно увеличить до 0,47 мкФ. Конденсатор C2, будучи подключённым параллельно нагрузке, ослабляет колебания верхних частот, делает приятнее восприятие сигналов искателя. Применены резисторы с мощностью рассеивания 0,125 Вт, больше – можно, но у них и габариты – больше... Конденсаторы – керамические с расстояниями между выводами 5 мм. Эскиз платы, приведённый в [2], рассчитан на применение транзисторов КТ315/КТ361, однако, известно, что у них – ленточные выводы и нужно очень постараться, чтобы, при выпилке прямоугольных отверстий в плате, не испортить круглые контактные пятячки, альтернативный метод – установка деталей со стороны печатных дорожек, который, однако, затрудняет монтаж, или необходимо применение других типов транзисторов с круглым или квадратным сечением выводов, лучше комплементарных (одинаковых по параметрам, но разных по структуре, “дополняющих” друг друга p-p-n/p-n-p) транзисторов, например, КТ3102ЕМ/КТ3107ЕМ с одинаковыми буквами в обозначении.

Поскольку искатель питается низким напряжением, для более чёткой работы при предельно низком напряжении, следует применять транзисторы с большим коэффициентом усиления по току.

Хоть транзисторы и более современные, чем КТЗ15/КТЗ61 (легче найти), расположение выводов у них иное и, чтобы правильно их подключить на плате, средний вывод нужно поменять с крайним (коллектор-база), для такой возможности, для исключения замыкания между выводами транзисторов, чтобы было удобнее разнести их в пространстве, средний "пятячок" под вывод транзистора смещён в сторону, насколько позволили габариты платы (при моделировании платы был выбран шаг координатной сетки, равный 0,25 мм).

Размеры конструкции искателя, в основном, определяются габаритами элемента питания и могут сильно различаться, например, могут быть применены элементы типов AA или AAA, другие – вплоть до дисковых аккумуляторов напряжением 1,2...3,0 В, также влияет на габариты наличие кожуха для G1, позволяющее менять элементы без их выпаивания. Торцовая стенка корпуса для зонда припаивается к его боковым стенкам внахлёт, чтобы фольга зонда с внешней стороны оказалась изолированной. Соединение "зонд – база VT1" выполнено отрезком провода через отверстие в торцевой стенке с заземлением от фольги отверстия изнутри корпуса (для исключения замыкания). Пайка к зонду осуществляется снаружи искателя. "Пятячок переключения чувствительности" искателя вырезан на внешней стороне боковой стенки корпуса и также соединён (теперь с отрицательным полюсом элемента G1) через раззенкованное отверстие в центре пятячка, при припайвании соединительного провода к "пятячку" необходимо припаять сформировать на "пятячке" куполообразный контакт. При изготовлении платы искателя, нужно оставить по периметру припуски – поля, покрытые фольгой, для чего перед травлением платы в растворе хлорного железа излишки закрашиваются лаком или заклеиваются прозрачным (не малярным) скотчем. После травления платы, оставшиеся на периферии участки будут впаиваться в корпус искателя, после того как практически определится внутренняя ширина корпуса, которая будет равна размеру опилённой по периметру платы.

Дальнейшая миниатюризация платы прибора возможна с переходом на технологию поверхностного

монтажа (SMD), которая здесь, из-за размеров источника питания и необходимой площади поверхности зонда (чем больше эта поверхность, тем выше чувствительность прибора), а также необходимости размещения капсюля, просто неоправдана, хотя, если хочется... Применение искателя можно расширить: определять вредные поля и ориентировочно их интенсивность, например, вокруг современных ламп освещения, импульсных зарядников и других современных приборов, также для индикации работы передатчиков, например, у сотового телефона...

Для увеличения поверхности зонда, он выполнен максимально возможного с точки зрения компактности корпуса размера, крышки корпуса "вкладываются" между торцами корпуса, а не крепятся внахлёт, что привело бы к уменьшению площади торцовых стенок. С боков крышки ложатся на рёбра стенок, не проваливаясь внутрь и не выступая наружу. Поскольку открывание крышек корпуса для смены элемента питания будет производиться редко, крепление крышек можно производить двумя каплями расплавленного припоя между крышками и торцовыми стенками, изготовленными из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, фольгированного с двух сторон. Для обеспечения прочности удлинённого корпуса искателя, батарейный отсек отделён от платы и розетки соединителя с головными телефонами (или малогабаритного электромагнитного капсюля) стенками из фольгированного стеклотекстолита, впаиваемыми внутрь корпуса (между боковыми стенками). Они будут являться также опорными для крышек корпуса. Сенсорный "пятячок" можно вырезать на любой боковой стенке снаружи, в месте, напротив платы ближе к батарейному отсеку (возьмите корпус в руку и определите, где удобнее всего коснуться сенсора пальцем). "Пятячок" можно выполнить по методу, описанному в [3].

Плату впаивать в корпус лучше горизонтально (при снятии крышек, открывается доступ к деталям – сверху и пайкам – снизу), плата впаивается на расстоянии порядка 2 мм от нижнего края вертикальных боковых стенок (с расчётом, чтобы нижняя крышка, при закрытии, не замкнула фольгой пайки).

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

Литература

1. Иванов Б.С. Энциклопедия начинающего радиолюбителя, стр. 139. - М.: Патриот, 1992, 416 с, ил.
2. <https://comparator.ru/index.php/analog/9-iskatel-skrytoj-provodki>
3. Жутяев С. УКВ трансвертер. - Радио, 1979, №1, стр. 13...16.