

Николай Хлюпин (RA4NAL)

г. Киров

Металлоискатель

Нет-нет, поиском кладов и реликвий я не занимаюсь. металлоискатель потребовался для более прозаической цели. Просто при очередном ремонте квартиры возникла необходимость определить места расположения скрытых в досках гвоздей. Решил купить металлодетектор, но, как обычно, в продаже есть все, кроме того, что нужно. Заказывать долго и дорого, а прибор нужен здесь и сейчас...

Решил поискать схему самодельного металлоискателя. Нужен был простой в изготовлении и удобный в эксплуатации прибор, не содержащий дефицитных деталей. В наибольшей степени, на мой взгляд, всем этим требованиям отвечает металлоискатель "Малыш-FM" автора под ником Eddy71, описание которого можно найти по адресу [1].

Этот металлоискатель, который легко можно сделать своими руками, привлек внимание многих кладоискателей – он активно обсуждался на форуме в течение трех

лет. Пришлось потратить изрядное количество времени, чтобы из 70-ти страничек форума извлечь полезную информацию. Следует отдать должное автору разработки за его долготерпение и корректные ответы на вопросы дилетантов, а также за доработку программы по просьбам пользователей.

Металлоискатель, а точнее, ручной селективный металлодетектор очень прост по конструкции – дешевый PIC плюс несколько пассивных компонентов (см. **рис. 1**).

Принцип действия основан на детектировании изменения частоты генератора при приближении к поисковой катушке металлических предметов. Основное ноу-хау – это автоподстройка частоты, благодаря чему металлоискатель не реагирует на медленный дрейф частоты, вызванный изменением температуры и другими факторами.

Для поиска в грунте автор предлагает использовать металлоискатель с вынесенной на штанге поисковой катушкой диаметром 50...200 мм

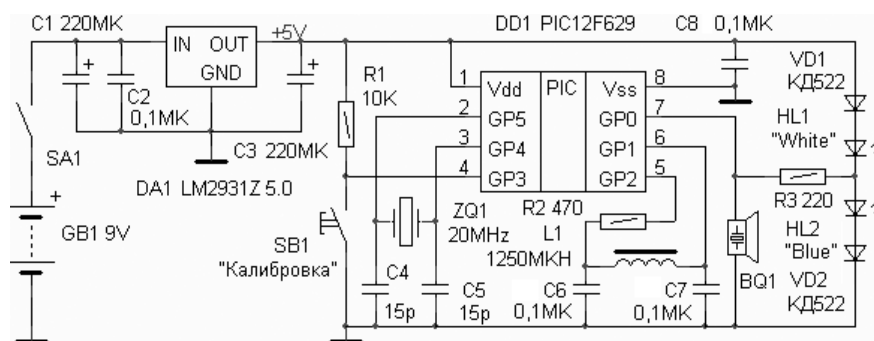


Рис. 1

без сердечника. Для уменьшения влияния дестабилизирующих факторов она должна быть экранирована. В ходе обсуждения кладоискатели – радиолюбители предложили много конструкций различных поисковых катушек. Ведь дальность обнаружения в большой степени зависит от конструкции и размеров катушки. Естественно, чем больше предмет, тем на большем расстоянии его можно обнаружить.

Для своих прозаических целей я поступил проще: намотал катушку на отрезке ферритового стержня М400НН диаметром 8 мм и длиной 50 мм от ферритовой антенны средневолнового приемника и разместил ее непосредственно на плате. Провод ПЭВ-2 0,15...0,18 мм, число витков 220, но для повышения добротности лучше использовать литцендрат. Витки равномерно распределяются по длине стержня.

Поисковый генератор собран на внутреннем компараторе контроллера и возбуждается на частоте 18...22 кГц. Частота опорного кварца контроллера должна быть 20 МГц, но в схеме можно использовать кварц на частоту в пределах 16...20 МГц, пропорционально уменьшив частоту поискового генератора подбором числа витков катушки. Светодиоды HL1 и HL2 “сверхяркие” с напряжением 3 В белого и синего цвета свечения соответственно. Можно использовать и обычные красный и зеленый светодиоды, но для исключения подсветки последовательно с ними придется включить не по одному, а по два-три диода VD1, VD2.

Металлодетектор различает магнитные и немагнитные металлы. При приближении к магнитному металлу (Fe) мигает белый светодиод HL1 и звучит прерывистый сигнал низкого тона, а при воздействии немагнитного металла (Cu, Al, Au) мигает синий HL2 и звучит сигнал более высокого тона. Частота повторения импульсов пропорциональна расстоянию до цели и ее размерам.

Кнопка SB1 нужна для быстрой калибровки. Дело в том, что для

исключения влияния дестабилизирующих факторов, медленные и длительные изменения частоты программа игнорирует, считая их температурным дрейфом. Однако интеллектуальных способностей PIC не хватает для того, чтобы эта система автоподстройки корректно работала во всех ситуациях. Поэтому программисту пришлось пойти на некоторый компромисс между чувствительностью и помехоустойчивостью.

Например, если надолго задерживать металлоискатель над железным гвоздем, а потом отвести в сторону, автоподстройка может сбиться и включится индикация наличия немагнитного металла, хотя вблизи катушки ничего нет. В этом случае нужно нажать кнопку SB1, металлоискатель откалибруется и все встанет на свои места. Эту особенность следует иметь в виду и не задерживать прибор над обнаруженным металлом более, чем на 2...3 сек.

После включения питания желательно дать металлоискателю поработать 1...2 минуты для стабилизации частоты поискового генератора, а затем нажать кнопку быстрой калибровки. В программе предусмотрена звуковая сигнализация включения. Каждую минуту металлоискатель издает короткий звуковой сигнал – не забудьте меня выключить. Очень полезная функция!

Пьезоизлучатель BQ1 должен быть именно “пьеzo”. Электромагнитные “пищалки” здесь не подойдут. Отличить их можно по двум признакам. Во-первых, пьезоизлучатель при прозвонке мультиметром покажет бесконечное сопротивление, а электромагнитный излучатель имеет сопротивление около 40 Ом. Во-вторых, диаметр пьезоизлучателя в несколько раз больше его толщины, а у электромагнитного излучателя они примерно равны. Имейте в виду, что в прайс-листах магазинов под видом пьезоизлучателя вполне может быть электромагнитный капсульт.

Для повышения громкости звука вместо пьезоизлучателя можно включить усилитель на транзисторе

и динамик. Усилитель должен подключаться к выводу 7 контроллера через конденсатор 0,01...0,1 мкФ, а питание на него лучше взять до стабилизатора, непосредственно с батареи.

Автор и посетители форума предлагают много вариантов печатной платы этого самодельного металлоискателя, но ни один из них меня не устроил. Пришлось разработать свою плату, на которой размещены все детали, включая батарею и катушку (**фото 1, рис. 2**).

Контроллер может быть PIC12F629 или PIC12F675 в DIP корпусе. Стабилизатор питания лучше использовать с малым падением напряжения LM2931Z 5.0. Питание от батареи “Крона”, сейчас она называется 6F22, но радиолюбителям со стажем все-таки



Фото 1

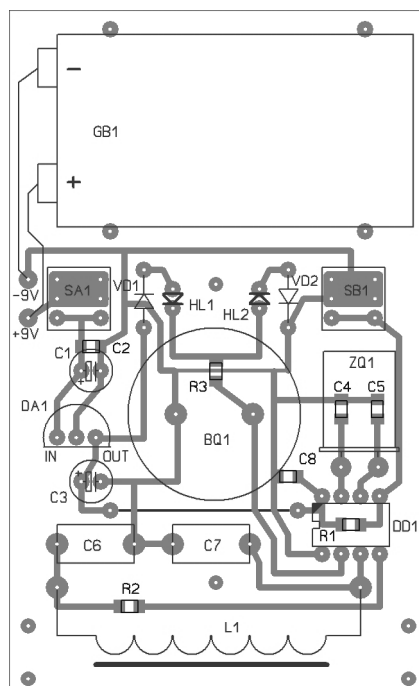


Рис. 2

приятнее ее старое название. Потребляемый ток 10...15 мА.

SMD компоненты типоразмеров 0805 или 1206. Конденсаторы С6 и С7 должны иметь по возможности низкий ТКЕ. Если тип конденсатора неизвестен, в первом приближении можно считать, что качество и термостабильность прямо пропорциональны габаритам конденсатора. Разумеется, МБМ или КБГ 50-х годов прошлого века использовать не рекомендую. Из отечественных можно применить К73-17 или другие пленочные. После монтажа всех элементов следует удалить остатки флюса с платы спиртом.

Налаживание металлоискателя заключается в настройке контура L1, С6, С7 на частоту 18...22 кГц подбором числа витков катушки L1. Частоту можно контролировать на выводе 5 контроллера любым частотомером. Для облегчения этой процедуры при отсутствии измерительных приборов автор предусмотрел в программе звуковую сигнализацию об ошибках.

Дословно с сайта:

«Если при включении или нажатии кнопки калибровки вместо сигнала “фьють!” (признак успешности процедуры) раздался длительный гудок и один короткий писк – частота контура сильно занижена, если коротких сигналов два – частота завышена.

Если звучат три коротких сигнала – частота нестабильна, контроллер не может дождаться нескольких

замеров с одной частотой. Чаще всего это означает либо помехи в окружающем пространстве, либо нестабильное питание (сильно севшая батарейка).

Если сигнал включения есть с паузой в 2...3 секунды, а сигналов ошибки нет – это признак того, что поисковый генератор не работает.»

Автор предлагает еще один вариант металлоискателя – “Малыш-FM2”. По сути, все то же самое, но опорный и измерительный генератор внешние, на транзисторах. Мотивируется это усложнение тем, что внутренний опорный генератор неустойчивости работает с кварцем 20 МГц при напряжении питания менее 5 В. А хочется запитать от 3 В... Внешний поисковый генератор, по утверждению автора, более термостабилен, чем внутренний на компараторе PIC. Но конкретных цифр и результатов измерений он не приводит. Я не проверял, может быть так, а может – и нет.

Этот вариант металлоискателя обсуждается на форумах [2, 3].

Первоначально металлоискатель “Малыш-FM” имел только звуковую индикацию, светодиоды появились в процессе обсуждения на форуме. Все авторские варианты прошивок для него, кроме одного, который я и использовал, не поддерживают управление светодиодами. Поэтому для приведенной здесь схемы подходит только **MetFMv5f.hex**. Слово конфигурации

включено в прошивку, так что о FUSE битах можно не беспокоиться.

Опыт работы с этим металлоискателем показал, что селекция металла не всегда правильна. Почему-то на большие по площади и объему железные предметы (холодильник) он реагирует как на цветной металл. Видимо, тут дело в принципе работы. Ведь, по сути, измеряется изменение индуктивности катушки, а что и как на нее влияет – отдельный вопрос. Возможно, следует поэкспериментировать с конструкцией и размерами поисковой катушки. Да и с программой можно было бы поработать – довольно часто приходится пользоваться кнопкой быстрой калибровки.

К сожалению, исходный текст программы автор держит в секрете, а дизассемблировать и пытаться что-то понять – занятие неблагодарное. Тем не менее, прибор получился простой и удобный, вполне пригоден для практического использования.

Если вы хотите искать не гвозди в досках, а что-то более ценное, следует использовать соответствующую конструкцию поисковой катушки. Как я уже писал, много информации о различных, проверенных на практике конструкциях катушек для этого металлоискателя есть в первоисточнике – на сайтах форумов “Малыш-FM” и “Малыш-FM2”.

Посмотреть видеоролик работы устройства можно по адресу: <http://youtu.be/mZBr9Kd21c4>

или на нашем канале: <http://www.youtube.com/user/RadiolubitelMagazin>

Прошивку контроллера PIC12F629 (PIC12F675), чертеж печатной платы и схему (файл *fm_1.zip*) вы можете загрузить с сайта нашего журнала:

<http://radioliga.com> (раздел “Программы”),

с сайта автора по адресам: <http://ra4nal.qrz.ru>, <http://ra4nal.lanstek.ru>



Ресурсы

1. Самый простой в мире металлодетектор “Малыш-FM”, с определением типа металла - <http://vrtp.ru/index.php?showtopic=14795&st=0>
2. “Малыш-FM2” чуть подросший “Малыш-FM” - <http://vrtp.ru/index.php?act=categories&CODE=article&article=2476>
3. Новый (и наверно последний) “Малыш-FM2” - <http://md4u.ru/viewtopic.php?f=8&t=3977>