

Низкобюджетный металлодетектор (Poor Man's Metal Locator)

Everyday Practical Electronics, июнь 2006

Этот уникальный металлодетектор сделан всего на пяти компонентах - дешёвой микросхеме, переменном конденсаторе, двух поисковых катушках и наушнике. Но не взирая на простоту он имеет довольно неплохие параметры.

Эта схема относится к металлодетекторам. И хотя она содержит некоторые узлы от других металлодетекторов, её принцип работы отличается от них.

Не будет преувеличением сказать, что по характеристикам схема соответствует недорогому детектору с индукционным балансом (ИБ). Соберите её - и вы в этом убедитесь! Эта конструкция даже более проста, чем оригинальный детектор на биениях, схема которого была опубликована в ЕРЕ за май 2004.

При тестировании было установлено, что старый английский пенни обнаруживается на воздухе на расстоянии 15 см, хотя из-за различных факторов, влияющих на чувствительность, дальность обнаружения может падать до 12,5 см.

Тем не менее этот детектор может составить конкуренцию для бюджетных ИБ и даже иметь некоторые полезные особенности унаследованные от детекторов на биениях.

Введение

Вместо использования поискового и образцового генераторов (как в детекторах на биениях), или передающей и приёмной катушек (как у ИБ детекторов), этот детектор использует два передатчика (или поисковых генератора) с взаимно перекрывающимися катушками как у ИБ детекторов.

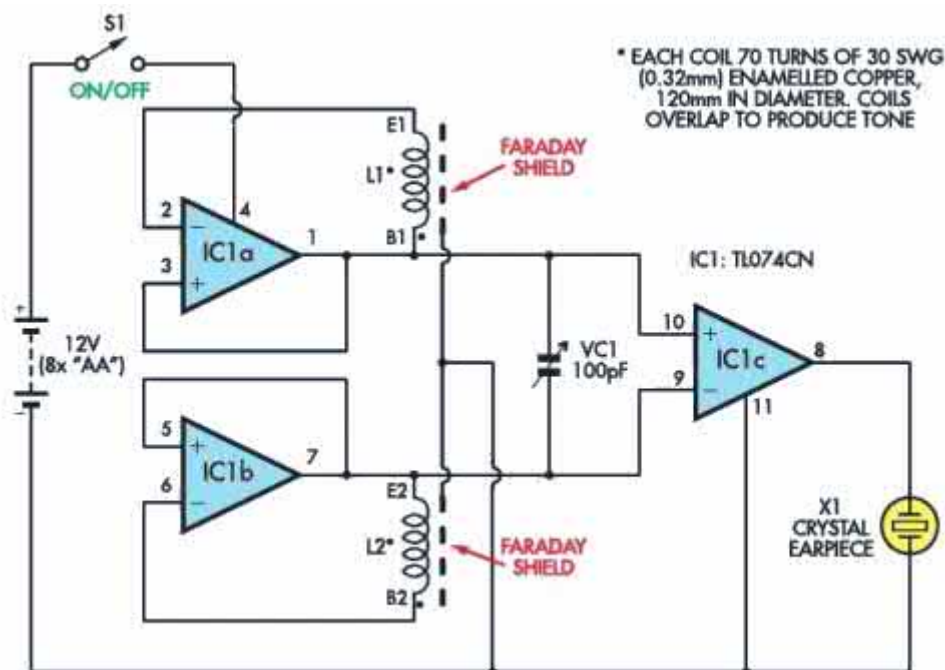


Рис. 1. Принципиальная схема - вряд ли может быть проще.

Примечание к схеме: каждая катушка содержит 70 витков провода ПЭЛ-0,32 намотанного на оправке диаметром 12 см.

Катушки должны перекрываться между собой для получения тона в наушниках.

Как видно из рисунка 1, схема очень проста. Каждый генератор собран на одном усилителе счетверённого ОУ плюс поисковая катушка!

Сигналы с этих генераторов смешиваются (по типу как у детекторов на биениях) и в результате этого можно услышать сигнал биений.

Но помимо всей этой схожести с детекторами на биениях имеется и отличие. И это отличие, которое существенно увеличивает чувствительность детектора заключается в том, что каждая из катушек изменяет частоту генератора через индуктивную связь. В результате получается "баланс" как у ИБ детекторов и чувствительность становится больше, чем у схем на биениях.

Кроме всего этого, требуется средство для управления выходной частотой биений, что бы можно было настраивать прибор. Это может быть выполнено разными способами, в данном случае используется стандартный переменный конденсатор 100 пФ от АМ приёмника, соединённый между двумя генераторами.

Так как концепция схемы заимствована от индукционно-балансных и детекторов на биениях, то мы будем называть принцип работы этого детектора "баланс биений" (ББ).

Характеристики

Основные характеристики схемы такие:

- В зависимости от того, как он сконструирован, этот детектор потенциально имеет чувствительность как у ИБ детектора.

- Не нужен приёмный усилитель или детектор уровня, это существенно упрощает схему и снижает её стоимость. Представленная схема содержит всего два основных компонента, при том что аналогичная по чувствительности схема бюджетного ИБ будет содержать порядка 10..20 компонентов.
- Оба поисковых генератора идентичны, следовательно схема устойчива к изменению напряжения питания и окружающей температуре. Из-за этого отпадает нужда в схемах компенсации и стабилизатора напряжения.
- Каждая из катушек имеет противоположный отклик на мишень, и следовательно высокий иммунитет к минерализации земли. В то же время схема имеет хорошую дискриминацию в точке перекрытия обеих катушек.

Схема

В основе конструкции лежит простейший генератор на инверторе. Рассмотрим вначале генератор на IC1. С момента, когда индуктивность начинает сопротивляться быстрым изменениям напряжения (называемым реакцией), любое изменение логического уровня на выходе (вывод 1) будет передаваться на инвертирующий вход 2 с задержкой по времени. Скорость нарастания выходного напряжения составляет примерно 8В/МС, все последующие переключения IC1 соответственно задерживаются и таким образом генератор переходит в рабочий режим, с установившимися колебаниями на выходе.

Один из выводов поисковой катушки соединён с неинвертирующим входом (вывод 3), который стабилизирует работу. В принципе вывод 3 мог бы быть оставлен не подключённым, но это было бы неоптимальным решением.

Так как разные интегральные микросхемы имеют разные скорости нарастания выходного напряжения и входные сопротивления, то они вряд ли будут работать в этой схеме. Однако TL074CN широко распространена и её доступность не должна быть проблемой.

Поисковая катушка является ответственной частью генератора и она должна быть правильно сконструирована, что бы генератор заработал и была получена необходимая частота на выходе.

Эта частота должна быть достаточно большой, но не настолько, что бы на неё влияли шумы или нестабильность параметров.

Характеристики микросхемы IC1 и индуктивность катушки влияют на частоту генерации, которая находится в районе 260 кГц (без подключённого экрана Фарадея). Экран Фарадея увеличивает индуктивность катушки примерно в два раза, соответственно частота на выходе генератора становится примерно в два раза меньше.

Генератор на IC1b включён точно так же, как и IC1a, за исключением того, что его поисковая катушка подключена в противофазе.

По мере того, как поисковую катушку перемещают параллельно земле, появление металла увеличивает индуктивность вначале L1 и потом L2, или наоборот, в результате чего частота генерации немного уменьшается. Третий усилитель IC1с используется для смешивания сигналов двух генераторов, и на его выходе получается частота биений, лежащая в аудио диапазоне.

Всё это является отличительной особенностью детектора ББ типа. Присутствие металла не только изменяет частоту поискового генератора, но и так же как и у ИБ детектора, влияет на другую катушку. В действительности обе катушки влияют друг на друга через взаимоиндукцию, и это является причиной существенного увеличения чувствительности системы.

Помимо всего этого, необходимо найти способ для настройки детектора. Это достигается с помощью переменного конденсатора VC1, который соединяется с двумя индуктивностями (поисковыми катушками). В качестве VC1 будет работать практически любой конденсатор переменной ёмкости, желательно только что бы он имел не слишком большую ёмкость - от 47 пФ до 100 пФ. Если же такого нет, то можно использовать конденсатор большего номинала, включив с ним последовательно ёмкость 47пФ.

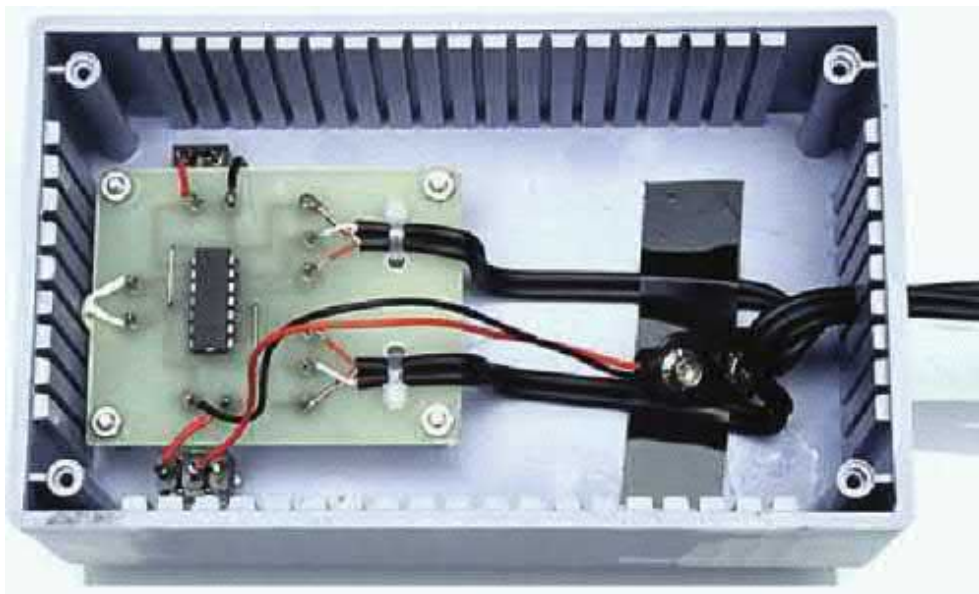
В качестве наушников используются пьезотелефоны. Если их громкость слишком велика, то её можно уменьшить, включив последовательно с наушниками резистор подходящего номинала. Индуктивный звукоизлучатель использовать не рекомендуется из-за опасности перегрузки IC1с.

Ток, потребляемый схемой составляет примерно 15мА. Восемь батарей типа АА хватает примерно на 70 часов работы.

Конструкция

В схеме нет большого количества деталей, так что трудно допустить какую-либо ошибку. Важно не ошибиться с включением микросхемы и фазировкой поисковых катушек. Кроме этого, других проблем быть не должно.

Вставьте в печатную плату 12 штырьков и впаяйте их, потом припаяйте два провода, ведущих к выключателю. В качестве штырьков используйте облуженный толстый медный провод.

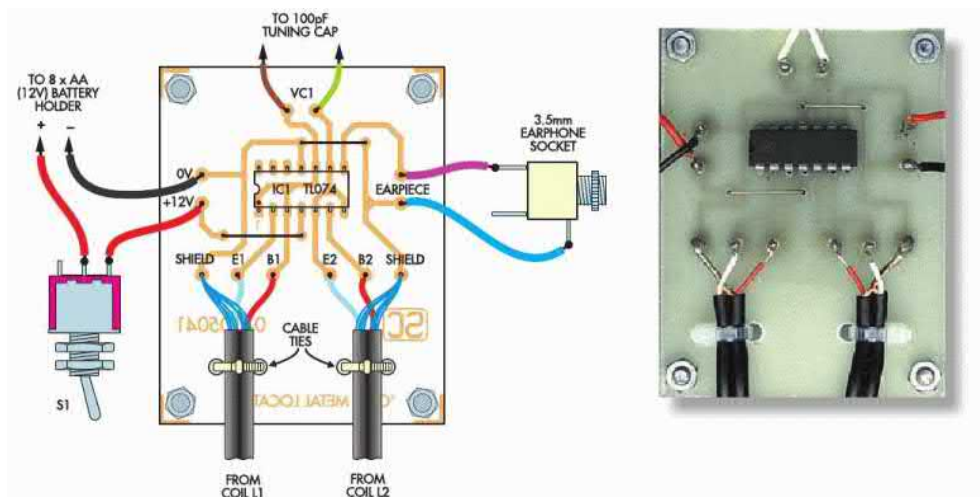


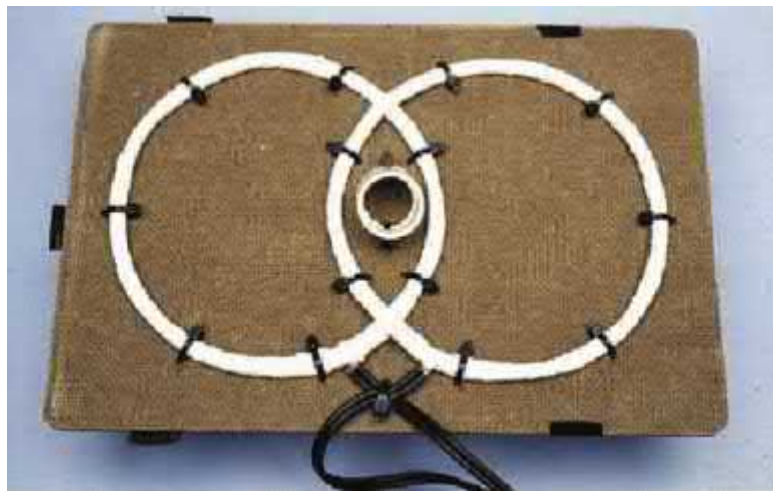
Теперь пришло время наполнить печатную плату. Так как это чувствительная, высокочастотная схема, то рекомендуется впаять IC1 напрямую, без панельки. После того как вы вставили эту микросхему, убедитесь в правильности установки. TL074CN достаточно надёжная микросхема, паяйте её по возможности быстрее, что бы избежать перегрева.

Припаяйте переменный конденсатор VC1, гнездо для наушников, батареи и выключатель (соблюдайте полярность - ошибка может вывести схему из строя). Выключатель питания обычно подключают к положительному выводу батарей. Одни батареи имеют облуженный контакт, другие (такие которые мы используем) требуют 9В переходную колодку для подсоединения. Опять же, соблюдайте полярность!

Теперь прикрепите выключатель питания и разъём для наушников к корпусу.

Я использовал длинные винты для крепления VC1 под печатной платой, это лёгкий и эффективный способ для установки переменного конденсатора в корпусе. Используйте кусок токопроводящей резины для изоляции VC1 от печатной платы.







Томас Скарборо.

[BACK](#)