М. В. АДАМЕНКО

Металлоискатели



МОСКВА

УДК 004.2
ББК 32.973.26-018.2
М79

Адаменко М.В.
М79 Металлоискатели. М.: Издательский дом «ДМК-пресс».
— 128 с.: ил.

ISBN 5-9706-0022-9

Книга предназначена для радиолюбителей, интересующихся вопросами поиска различных металлических предметов с помощью специального оборудования, к которому, в первую очередь, относятся металлоискатели.

В соответствующих разделах приведены принципиальные схемы и рисунки печатных плат как простых, так и более сложных конструкций. Даны рекомендации по самостоятельному изготовлению и настройке металлоискателей, а также советы по их практическому применению.

Настоящее издание будет полезно не только подготовленным радиолюбителям, но и всем читателям, интересующимся данной темой, поскольку большинство представленных конструкций может изготовить как взрослый, так и школьник, никогда не державший в руках паяльник.

ББК 32.973.26-018.2
УДК 004.2

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно остается, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с применением содержащихся здесь сведений.

Все торговые знаки, упомянутые в настоящем издании, зарегистрированы. Случайное неправильное использование или пропуск торгового знака или названия его законного владельца не должно рассматриваться как нарушение прав собственности.

ISBN 5-9706-0022-9

© Издательский дом «ДМК-пресс»
© Адаменко М.В.

От автора

Уважаемые читатели!

Прежде всего, считаю необходимым ознакомить вас со следующей информацией.

Любые оценки и рекомендации, данные в книге, являются личным мнением автора и не могут рассматриваться как реклама или антиреклама. Ссылки на источники публикуемых материалов, а также иные сведения даются исключительно в информационных целях.

Автор старался предоставлять точные и проверенные сведения, однако не может гарантировать полную достоверность приведенных в книге схем, рисунков и иных материалов. Вся информация, изложенная в этой книге, приводится «как есть» (as is) с возможными ошибками, без всяких гарантий, выраженных прямо или подразумеваемых. Поэтому ни автор, ни издательство не несут ответственность за возможные последствия, вызванные использованием представленных материалов, схем, рисунков и иной информации, в том числе за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате практического или теоретического применения сведений, изложенных в этой книге.

Использование схем и рисунков, а также иной изложенной в данной книге информации осуществляется читателем на собственные страх и риск с возложением на него ответственности за все возможные последствия, в том числе за возникшие у него или у третьих лиц прямые или косвенные убытки.

С уважением и наилучшими пожеланиями,
М.В. Адаменко



Благодарность

Выражаю глубокую благодарность Валерию Владимировичу Адаменко за всестороннюю помощь, оказанную мне в процессе работы над этой книгой.

Желаю моему дорогому брату, одному из самых фанатично увлеченных, неутомимых и настойчивых из всех известных мне искателей, найти в этой жизни все те клады, которые он ищет, а также по достоинству оценить те сокровища, которые он уже нашел. Ведь зачастую самым трудным бывает не найти что-либо, а сохранить то, что тебе даровано.



Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ **10**

ГЛАВА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ И ВИДЫ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕЙ **13**

1.1. Классификация металлоискателей **14**

В зависимости от сложности и функциональных возможностей металлоискатели можно условно разделить на простые, полупрофессиональные и профессиональные. Оценивая параметры сигнала, который формируется и обрабатывается в конкретном устройстве, металлоискатели условно подразделяются на приборы, работающие с непрерывным (аналоговым) сигналом в резонансном или частотном режиме, а также на приборы, использующие импульсный сигнал с последующей оценкой изменения его параметров во времени. В отдельные категории можно выделить различные магнитометры, а также устройства специального назначения. В некоторых источниках можно встретить классификацию металлодетекторов, проводимую на основе оценки диапазона частот, в котором работает данное устройство.

1.1.1. Металлоискатели категории FD (Frequency Domain) 15

Большинство конструкций металлоискателей принадлежат к приборам категории FD (Frequency Domain) и используют принцип оценки изменения электрического поля под влиянием металлического предмета.

1.1.2. Металлоискатели категории TD (Time Domain) 16

Среди детекторов металлических предметов, принадлежащих к сравнительно новой категории TD (Time Domain), отдельную группу образуют так называемые радиолокационные металлоискатели. Вторую группу составляют устройства, в которых в качестве излучаемого сигнала также используется импульсный сигнал, однако длительность этих импульсов значительно больше, чем в радиолокационных металлоискателях.



1.2. Принципы построения металлоискателей 17

В настоящее время существует множество базовых принципов, основанных на разных физических явлениях, положенных в основу самых разнообразных конструкций металлоискателей. Следует отметить, что в последнее время в связи с развитием элементной базы появилась возможность практической реализации идей, воплощение которых ранее считалось маловероятным.

1.2.1. Металлоискатели FM (Frequency Meter) 17

Одним из первых возможных вариантов построения детектора металлических предметов, который может прийти в голову любому человеку, хотя бы немного знакомому с основами электротехники, можно считать устройство, в основе которого лежит изменение частоты генератора под влиянием металлического предмета.

1.2.2. Металлоискатели BFO (Beat Frequency Oscillator) 18

Благодаря простоте схемотехнических решений использующие принцип биений металлоискатели типа BFO получили широкое распространение. В основу этих устройств положено явление формирования биений, возникающих при смешивании двух близких по частоте сигналов.

1.2.3. Металлоискатели OR (Off Resonance) 19

Интересные схемотехнические решения можно встретить при рассмотрении конструкций металлодетекторов, в основу работы которых положен принцип оценки изменения амплитуды сигнала на катушке контура, резонансная частота которого близка к частоте подаваемого на него сигнала опорного генератора. Главным достоинством таких устройств, иногда обозначаемых сокращением OR, являются простота и надежность.

1.2.4. Металлоискатели TR-IB
(Transmitter Receiver — Induction Balance) 19

В последнее время особой популярностью пользуются металлоискатели TR-IB, или просто TR, в основу которых положен принцип «прием-передача». В таких устройствах, называемых балансными металлодетекторами, система катушек сбалансирована до нулевой взаимной индукции.

1.2.5. Радиолокационные металлоискатели 20

В различных источниках можно встретить весьма оригинальные схемотехнические решения металлоискателей, работа которых основана на принципе, используемом в радиолокации. Как и в радиолокаторах, информация о наличии в зоне действия прибора какого-либо объекта (дальность, размеры и т.п.) оценивается после обработки параметров импульсного сигнала, отраженного от этого объекта.



1.2.6. Импульсные металлоискатели PI (Puls Induction) 21
В импульсных металлодетекторах типа PI (Puls Induction) для оценки наличия металлических предметов в зоне поиска используется явление возникновения вихревых поверхностных токов в металлическом предмете под воздействием внешнего электромагнитного поля. Однако в отличие от устройств типа TR-IB в импульсных металлоискателях анализируется сигнал, формирующийся в металле после воздействия не непрерывного, а импульсного сигнала.

ГЛАВА 2
МЕТАЛЛОИСКАТЕЛИ НА ТРАНЗИСТОРАХ 23

2.1. Простой транзисторный металлоискатель 24
Несмотря на то что схема предлагаемого металлоискателя и конструкция поисковой катушки очень просты, чувствительность данного устройства вполне достаточна для обнаружения небольших металлических предметов.

2.2. Простой металлоискатель на двух транзисторах 28
С помощью этого металлодетектора, выполненного всего на двух транзисторах, можно обнаруживать металлические предметы, удаленные от поисковой катушки на несколько десятков сантиметров.

2.3. Металлоискатель со стрелочным индикатором 32
Особенностью предлагаемого металлоискателя, обладающего сравнительно высокой чувствительностью, является то, что в качестве индикатора используется стрелочный прибор. По направлению отклонения стрелки индикатора можно определить вид металла (цветной или черный), из которого изготовлен обнаруженный предмет.

2.4. Металлоискатель со светодиодной индикацией 34
Схема оригинального прибора, предназначенного для обнаружения в стенах скрытой электропроводки или водопроводных труб, послужила основой для создания простого металлоискателя со светодиодной индикацией.

2.5. Металлоискатель с повышенной чувствительностью 37
В основу работы этого металлоискателя положен принцип анализа изменений биений колебаний двух генераторов, частота одного из которых стабильна, а частота второго изменяется при появлении в зоне действия прибора металлического предмета.

2.6. Металлоискатель МИ-2 42
В первой половине 70-х годов прошлого столетия в Советском Союзе был разработан и серийно выпускался металлоискатель МИ-2, который широко использовался в народном хозяйстве. Схема и конструкция этого прибора неоднократно дорабатывались и усовершенствовались.



2.7. Металлоискатель с кварцем 47
Данная конструкция представляет собой один из вариантов металлодетекторов типа FM (Frequency Meter). Основным элементом, с помощью которого осуществляется анализ наличия металлических предметов, является кварц. При этом результаты анализа оцениваются визуально.

2.8. Усовершенствованный металлоискатель с кварцем 50
Предлагаемая конструкция является усовершенствованным вариантом металлоискателя, рассмотренного в разделе 2.7. Одной из главных отличительных особенностей этого металлоискателя является использование в качестве индикатора не только стрелочного прибора, но и схемы акустической сигнализации.

ГЛАВА 3
МЕТАЛЛОИСКАТЕЛИ НА МИКРОСХЕМАХ 53

3.1. Простой металлоискатель на микросхеме К155ЛА3 54
Начинающим радиолюбителям можно рекомендовать для повторения конструкцию простого металлоискателя, основой для которого послужила схема, неоднократно публиковавшаяся в конце 70-х годов прошлого столетия в различных отечественных и зарубежных специализированных изданиях. Этот металлодетектор типа BFO, выполненный всего на одной микросхеме типа К155ЛА3, можно собрать за несколько минут.

3.2. Простой металлоискатель на микросхеме К176ЛЕ5 57
Среди начинающих радиолюбителей большой популярностью пользуются схемы металлодетекторов, которые работают по принципу анализа частоты сигнала биений, возникающего при смешивании двух близких по частоте сигналов (принцип BFO). Такие приборы просты в изготовлении и налаживании, о чем можно судить, ознакомившись с предлагаемой конструкцией.

3.3. Простой металлоискатель на микросхеме К561ЛЕ5 60
Данный металлодетектор представляет собой один из многочисленных вариантов прибора типа BFO, то есть является устройством, в основу которого положен принцип анализа биений двух частот. При этом в рассматриваемой конструкции оценка изменения частоты осуществляется на слух.

3.4. Металлоискатель с повышенной чувствительностью 64
Попытка создать детектор металлических предметов типа BFO, лишенный хотя бы некоторых недостатков, присущих металлоискателям этого типа, была предпринята при разработке устройства, в основу которого положена схема, опубликованная в отечественных и зарубежных изданиях в середине 90-х годов прошлого столетия.

3.5. Металлоискатель на микросхеме К176ЛП2 69
Простой и в то же время надежный и эффективный металлоискатель BFO, работающий по принципу оценки изменений частоты сигнала биений, можно собрать всего на одной микросхеме К176ЛП2.



3.6. Металлоискатель на трех микросхемах 72
Предлагаемый прибор представляет собой один из вариантов металлодетекторов типа BFO, в основу которого положен принцип анализа биений двух сигналов, близких по частоте.

3.7. Металлоискатель с кварцевой стабилизацией 76
В последнее время на прилавках радиорынков можно найти всевозможные конструкторы или наборы комплектующих деталей, приобретя которые любой желающий без особых усилий быстро соберет простейший металлоискатель. Основой для одного из таких наборов послужила схема металлодетектора, впервые опубликованная в конце 80-х годов прошлого столетия и после этого с различными изменениями и дополнениями не раз публиковавшаяся в различных отечественных и зарубежных изданиях.

3.8. Простой импульсный металлоискатель 80
В последнее время сравнительно широкое распространение получили импульсные металлоискатели типа PI, в которых для оценки наличия металлических предметов в зоне поиска используется явление возникновения вихревых поверхностных токов в металлическом предмете под воздействием внешнего электромагнитного поля.

3.9. Усовершенствованный импульсный металлоискатель 87
Как и металлоискатели других типов, металлодетекторы типа PI, постоянно совершенствуются. В результате применения новых схемотехнических решений удается добиться еще более высокой чувствительности этих приборов. Так, например, можно улучшить чувствительность детектора металлических предметов, рассмотренного в разделе 3.8.



Предисловие

Каждому человеку в большей или меньшей степени свойственно любопытство по отношению к различным природным и жизненным явлениям. Это в равной степени касается как области духовной, так и материальной. Вопросы о смысле человеческой жизни, о поиске этого смысла, а также о вечности и бесконечности так же стары, как и само человечество. Люди мечтают и по мере сил и возможностей стремятся найти что-то в жизни. Некоторых из нас интересуют деньги, машины, недвижимость или, к примеру, успех в бизнесе. Для других гораздо важнее любовь, гармония, человечность, призвание или внутреннее равновесие.

Среди пытливых российских умов значительную часть составляют энтузиасты, все свое свободное время прямо или косвенно посвящающие поиску различных предметов, в том числе и металлических, а также разработке и изготовлению приборов, облегчающих эту нелегкую задачу.

С первыми упоминаниями о радиоэлектронных приборах, специально разработанных для обнаружения металлических предметов, расположенных на небольшой глубине под поверхностью земли, автор столкнулся при изучении материалов о ходе боевых действий в начальный период войны между Советским Союзом и Финляндией в 1939 году, для многих неизвестной. Именно тогда при проведении наступательных операций частям Красной Армии пришлось преодолевать обширные и практически непроходимые минные поля не только на равнинных пространствах, но и в карельских лесах.

Через несколько дней после начала войны группа инженеров получила государственный заказ на разработку специального прибора, с помощью которого можно было бы обнаруживать мины под небольшим слоем земли или снега. Следует отметить, что срок исполнения заказа был весьма ограничен. Однако по утвердившейся в те годы традиции заказ был выполнен досрочно и с высоким качеством. По некоторым данным, с момента начала работ до первых удачных испытаний образца, предназначенного для серийного производства, прошло всего три недели. Этот прибор и был первым из известных автору металлоискателей. Правда, тогда он имел более конкретное название — миноискатель.

