

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 537.633.9

ПРИНЦИП ИНДУКЦИОННО-БАЛАНСНОГО МЕТАЛЛОДЕТЕКТИРОВАНИЯ

В.И. АРЖАНОВСКИЙ
(Представлено: В.М. ЧЕРТКОВ)

Представлены области применения металлодетекторов, рассмотрены и подробно описаны принципы работы, отображены достоинства и недостатки каждого из выделенных видов. Подробно рассмотрен индукционно-балансный металлодетектор.

Металлодетектор – электронный прибор, позволяющий обнаруживать металлические предметы в нейтральной или слабопроводящей среде за счет их проводимости. Металлоискатель обнаруживает металл в грунте, воде, стенах, в древесине, под одеждой и в багаже, в пищевых продуктах, в организме человека и животных и т. д. С каждым годом расширяется область использования металлоискателей в самых различных сферах. Для военных металлоискатель – это прежде всего миноискатель, применяется в охранных структурах и криминалистике, предприятиями по производству пищевых продуктов, в строительстве и в процессе ремонтных работ, в процессе обработки древесины, при сортировке мусора на мусороперерабатывающих предприятиях, при добыче полезных ископаемых, в археологии. [1]

Существует несколько принципов работы металлодетекторов. Рассмотрим основные из них:

1. Приборы типа «прием – передача». В основе их лежат две катушки индуктивности – приемная и передающая, расположенные так, чтобы сигнал, излучаемый передающей катушкой, не просачивался в приемную катушку. Когда вблизи прибора появляется металлический предмет, то сигнал передающей катушки переизлучается им во всех направлениях и попадает в приемную катушку, усиливается и подается на блок индикации. Достоинством такой системы является относительно простая схемотехника, широкие возможности для определения типа обнаруженного объекта. Недостатки заключаются в сложности изготовления датчика, влиянии минерализации грунта, относительно невысокой чувствительности.

2. Индукционные металлоискатели. Представляют собой разновидность приборов типа «прием–передача», однако в отличие от последних содержат не две, а только одну катушку, которая одновременно является и передающей и приемной. Основной трудностью при создании подобных приборов является выделение весьма малого отраженного (наведенного) сигнала на фоне мощного передаваемого (излучаемого). Достоинством является простота конструкции датчика.

3. Приборы – измерители частоты. В их основе лежит LC-генератор. При приближении металла к контуру его частота изменяется. Это изменение фиксируется методом смешивания частоты генератора с эталонной и измерения частоты биений, подачей сигнала с генератора на систему ФАПЧ и измерением напряжения в цепи обратной связи. Положительным моментом является простота конструкции датчика, простота схемотехника. Недостатками являются худшие возможности дискриминации обнаруженных объектов, малая чувствительность.

4. Приборы, фиксирующие изменение добротности колебательного контура, входящего в состав LC-генератора. При приближении металлического предмета к катушке добротность контура уменьшается, и амплитуда колебаний на выходе LC-генератора также уменьшается. У этого типа приборов простая конструкция, малая потребляемая мощность, однако низкая температурная стабильность.

5. Импульсные металлоискатели – принцип работы основан на возбуждении в зоне расположения металлического объекта импульсных вихревых токов и измерении вторичного электромагнитного поля, которое наводят эти токи. В данном случае, возбуждающий сигнал передается в катушку датчика не постоянно, а периодически, в виде импульсов. В проводящих объектах наводятся затухающие вихревые токи, которые возбуждают затухающее электромагнитное поле. Поле, в свою очередь, наводит в катушке датчика затухающий ток. Соответственно, в зависимости от проводящих свойств и размера объекта, сигнал меняет свою форму и длительность. Такие металлодетекторы нечувствительны к минерализованному грунту, просты конструкции датчика, однако у них повышенное потребление энергии, слабые возможности дискриминации.

В профессиональных металлоискателях могут совмещаться несколько способов обнаружения объектов [2].

Рассмотрим подробно принцип работы индукционно-балансного металлодетектора.

Датчик состоит из двух катушек индуктивности, направление намоток которых совпадают. Одна катушка запитана синусоидальным напряжением (передающая катушка – на рисунках изображена красным цветом), а с выводов второй катушки (приемная катушка – на рисунках изображена синим цветом) снимается сигнал. Результат на выходе будет зависеть от относительного положения одной катушки относительно другой. Первый случай – на рисунке 1 передающая и приемная катушки лежат на одной оси и в одной плоскости.

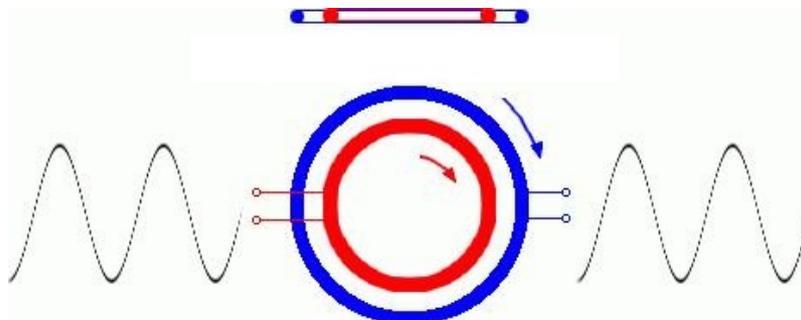


Рис. Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.. Передающая и приемная катушки лежат в одной плоскости

На выходе приемной катушки амплитуда сигнала будет чуть меньше входного, фазы сигнала на входе и на выходе совпадают – фактически это обычный трансформатор, только без сердечника.

Если расположить одну катушку рядом с другой, как показано на рисунке 2, то правая часть витков передающей катушки наведет в левой части приемной катушки ток, так что на ее выходе напряжение будет противофазно входному, а его амплитуда будет меньше, так как у обеих катушек только небольшие площади проводников взаимодействуют между собой.

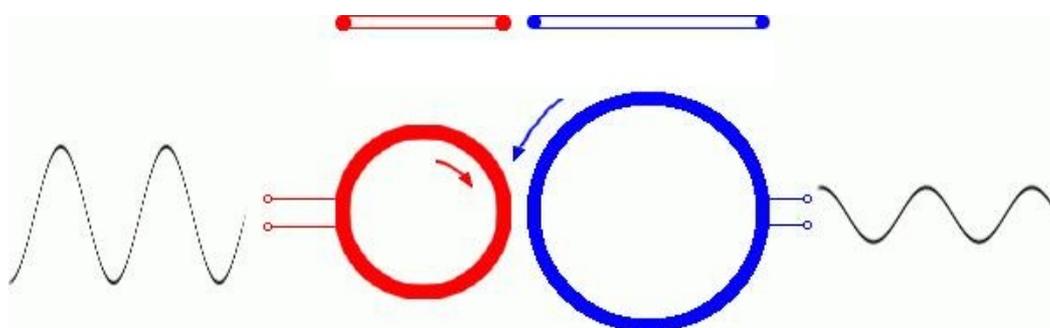


Рис. 1. Расположение одной катушки рядом с другой

Итак, при перемещении передающей катушки за пределы приемной на выходе поменялась фаза сигнала и его амплитуда. Но фаза резко поменяться не может. На рисунке 3 показано геометрическое положение катушек одна относительно другой, когда на выходе приемной катушки будет отсутствовать всякий сигнал (либо он будет ничтожно мал).

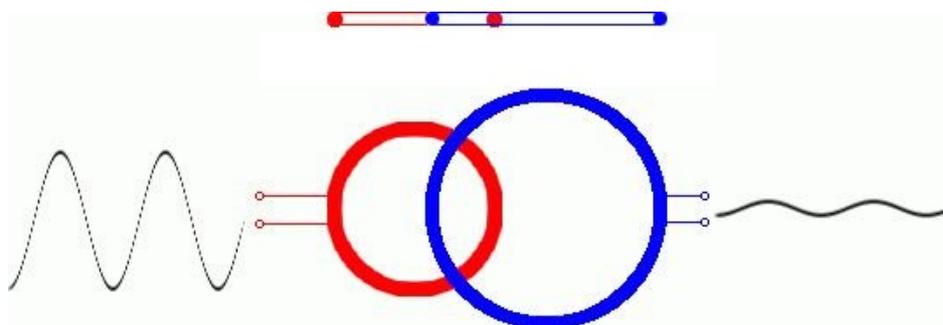


Рис. 2. Геометрическое положение катушек одна относительно другой, когда на выходе приемной катушки будет отсутствовать всякий сигнал

В данном случае на приемную катушку наводятся токи разных направлений, которые в ней взаимно компенсируются. Если теперь в магнитное поле попадет какой-либо предмет, то он исказит магнитное поле, и на выводах приемной катушки появится сигнал разбаланса, который после преобразования и зафиксирует контроллер [3].

Заключение. Изучив основные методы металлодетектирования можно сделать вывод, что наиболее удобным и вполне реализуемым является металлодетектор, работающий по принципу индукционного баланса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Металлоискатели – электронные индукционные приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.akmetrade.ru/Products/article_100/. – Дата доступа: 23.06.2015.
2. Металлоискатель по принципу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.chipinfo.ru/literature/books/metal_detector/chapter6/part1.html. – Дата доступа: 20.06.2015.
3. История металлоискателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zpostbox.ru/istoriya_metallodetektorov.html. – Дата доступа: 20.06.2015.

УДК 537.633.9

СЕЛЕКТИВНЫЙ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР, РАБОТАЮЩИЙ ПО ПРИНЦИПУ БАЛАНСА ИНДУКЦИИ С ПРЯМОЙ ОБРАБОТКОЙ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ STM32

В.И. АРЖАНОВСКИЙ
(Представлено: В.М. ЧЕРТКОВ)

Приведены результаты научной работы по разработке устройства металлодетектирования. В результате проектирования разработаны структурная и функциональная схемы, произведен выбор и обоснование элементов схемы устройства, разработаны принципиальная схема устройства, исходный код программы микроконтроллера и конструктивное исполнение устройства.

Актуальность разработки обусловлена постоянным ростом рынка реализации готовой продукции, отсутствием аналогов отечественного производства, а также устройств зарубежного производства в целевой ценовой категории. Разрабатываемое устройство металлодетектирования обладает достаточно низкой себестоимостью для удовлетворения спроса широкого круга потребителей, и, вместе с тем, достаточной точностью для постоянного применения пользователем, уже имеющим опыт работы с аналогичными устройствами зарубежного производства.

Структурная схема устройства приведена на рисунке 1.



Рис. 3. Структурная схема металлодетектора