

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИСКРИМИНАЦИИ МЕТАЛЛОВ В ИМПУЛЬСНОМ МЕТАЛЛОИСКАТЕЛЕ

Рожков А., студ.; Кузнецов Д.Н., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР»)

Импульсные металлоискатели являются самыми чувствительными, среди всех типов металлодетекторов. Они имеют наилучшую глубину поиска, слабее всех других реагируют на грунт, просты в изготовлении и настройке. Однако большим недостатком бюджетных импульсных металлоискателей является отсутствие режима дискриминации металлов. Дискриминация металлов – это возможность игнорировать (пропускать) нежелательные предметы и цели, тем самым весомо облегчая весь процесс поиска. Во время проведения поисков часто возникают сложности из-за замусоренной почвы предметами, не представляющими особой ценности: ржавые гвозди, пивные пробки, старые инструменты и т.д. Такие предметы называют металломусором. Работать в таких условиях искателю крайне сложно и весь процесс поисков становится малоэффективным. Вот здесь и приходит на помощь встроенная дискриминация металлов в металлоискателе.

Целью работы является исследование возможностей импульсного металлодетектора на предмет дискриминации металлов по их размеру.

Основной задачей работы является анализ выходного сигнала импульсного металлоискателя при обнаружении различных по размеру металлических объектов для обоснования возможности дискриминации предметов по размеру.

Принцип работы импульсных металлоискателей основан на временном разделении сигналов излучения и приема отраженного сигнала. Т.е. в катушку на короткий промежуток времени закачивается импульс большой амплитуды (сотни вольт), при воздействии на металлический объект такими импульсами, на поверхности металла возникают вихревые токи. Эти токи и являются источником сигналов для металлоискателя. Их регистрацию металлоискатель производит в перерывах между импульсами. Поэтому катушка металлоискателя служит сразу и приемной и передающей (см.рис.1).



Рисунок 1 – Структурная схема импульсного металлоискателя

Для исследования возможностей импульсного металлоискателя был разработан стенд, схема которого приведена на рисунке 2. В основу стенда положена разработка [1].

Катушкой служит жесткая неметаллическая оправа диаметром 200 мм, медный обмоточный провод длиной 20 метров, медный многожильный изолированный провод длиной 120-150 м для соединения катушки с платой. На оправу плотно наматывается 25 витков обмоточного провода. Концы провода закрепляются и с помощью пайки соединяются многожильным изолированным проводом с платой к контактам.

Схема работает следующим образом. С генератора на затвор МДП транзистора VT1 поступают импульсы прямоугольной формы частотой 100 Гц и длительностью 100 мкс. На время действия импульса транзистор открывается и через катушку L_k протекает значительный ток. По окончании действия импульса транзистор закрывается, ток катушки замыкается через резистор R1 и на ее контактах возникает короткий импульс напряжения в сотни вольт. В этот момент катушка излучает электромагнитный импульс в окружающее пространство, перпендикулярно плоскости катушки. Отраженный от металлических предметов сигнал улавливается этой же катушкой и приводит к затягиванию фронта спада напряжения на катушке. Измерительный сигнал от катушки через амплитудный ограничитель, собранный на элементах R2, VD1 и VD2, поступает на вход неинвертирующего усилителя на базе операционного усилителя DA1 с коэффициентом усиления по напряжению $K_U \approx 200$. Для регистрации усиленного измерительного сигнала использовался цифровой осциллограф.

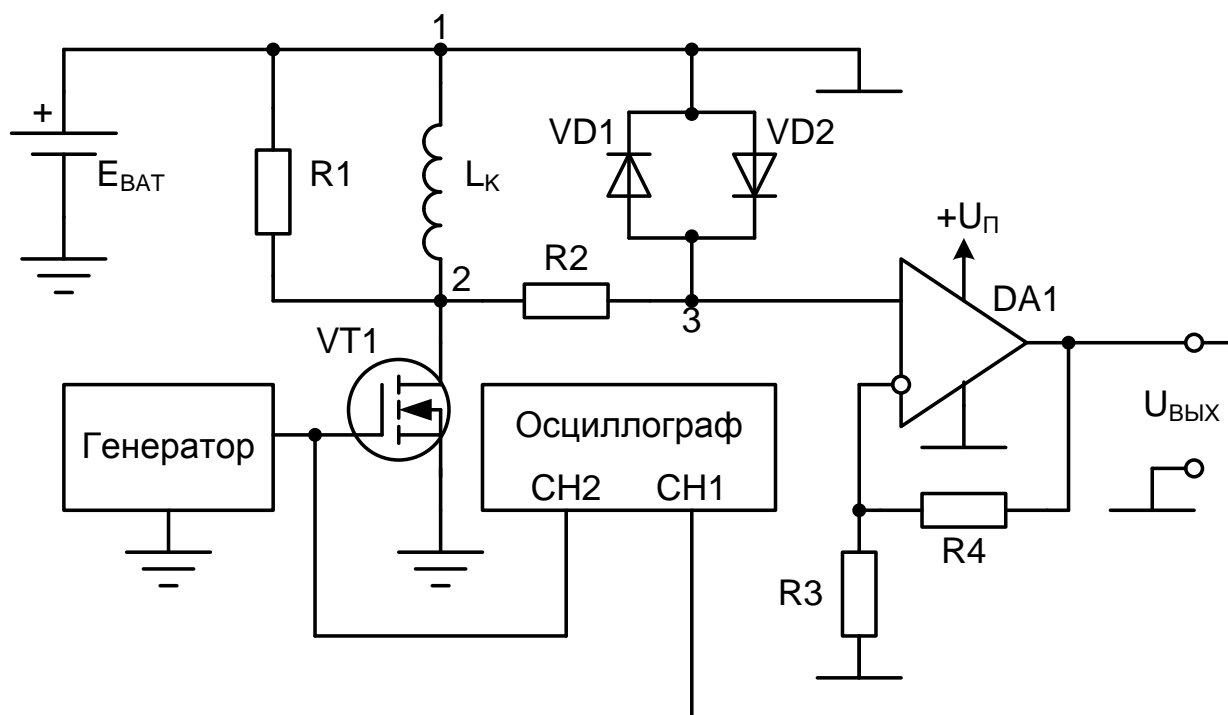


Рисунок 2 – Схема стенда для исследования импульсного металлодетектора

Для исследований был использован набор металлических предметов разного размера, приведенный на рисунке 3. Среди предметов: 1 – батарейка типа «Крона», 2- молоток, 3 – жестяная банка, 4 – металлическая пластина.

Исследования выполнялись следующим образом. К катушке металлоискателя подносился исследуемый металлический предмет, причем расстояние от катушки до предмета выбиралось таким образом, чтобы пик измерительного сигнала для всех предметов был на одном и том же уровне, т.е. сигнал нормировался по амплитуде. Затем с помощью осциллографа измерялся уровень измерительного сигнала по истечении 40 мкс после закрытия транзистора (см. рис.4).

Результаты исследований для выбранного набора металлических предметов разного размера представлены на рисунках 4-7. Из результатов следует, что с увеличением размера (площади) металлического предмета наблюдается большее затягивание заднего фронта измерительного импульса. Например, для батарейки Крона уровень измерительного сигнала по истечении 40 мкс после закрытия транзистора составил всего 23 мВ, для молотка уровень вырос до 161 мВ, для банки уровень сигнала поднялся до 345 мВ и для металлической пластины получили максимальное значение 575 мВ.



Рисунок 3 – Набор исследуемых металлических предметов разного размера

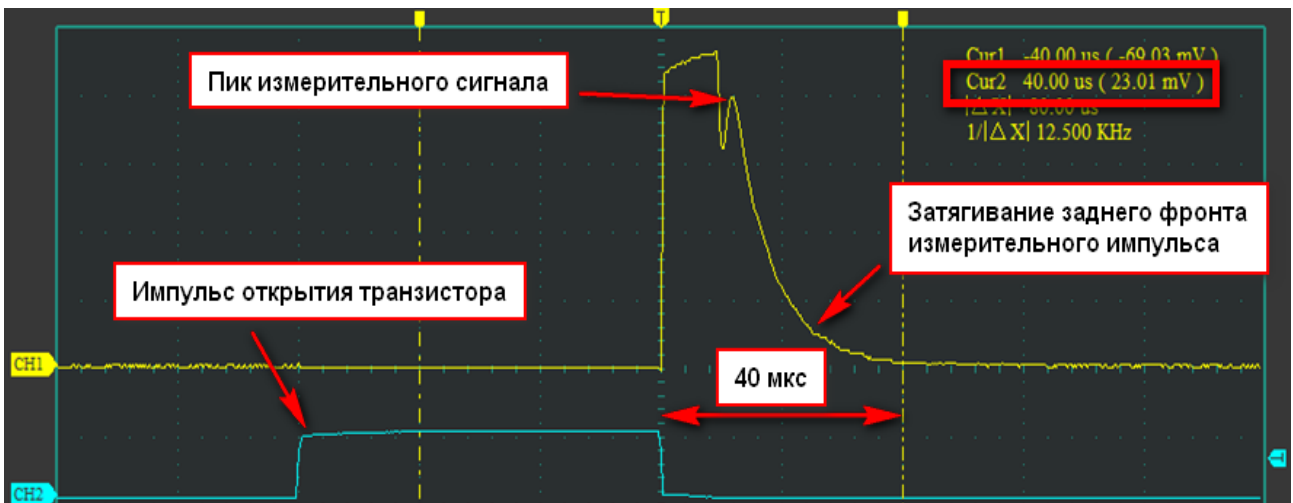


Рисунок 4 – Осциллограммы при обнаружении батарейки «Крона»

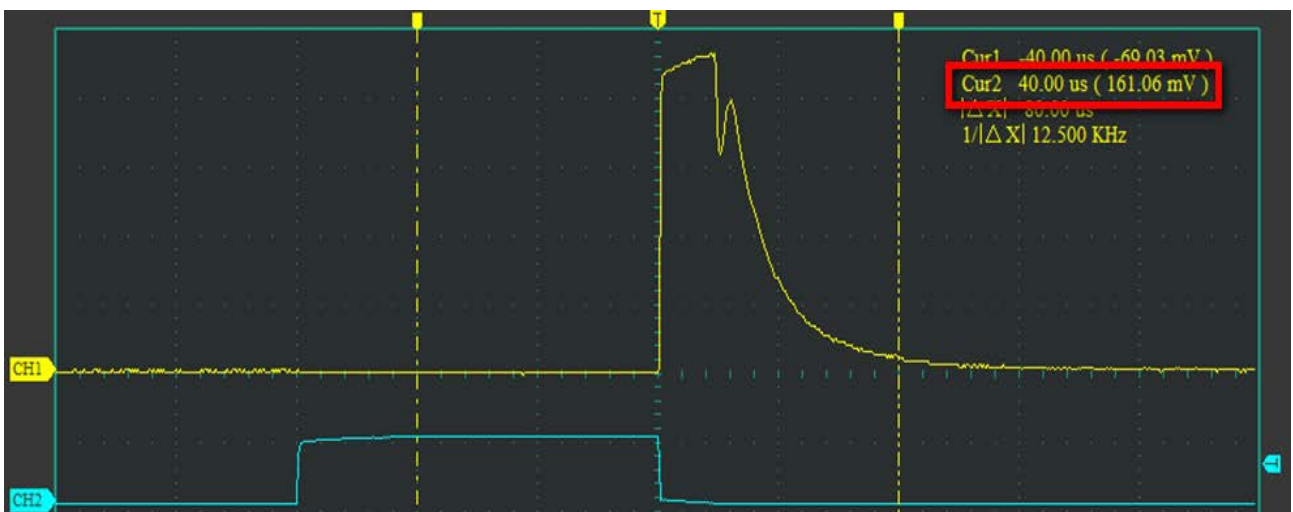


Рисунок 5 – Осциллограммы при обнаружении молотка

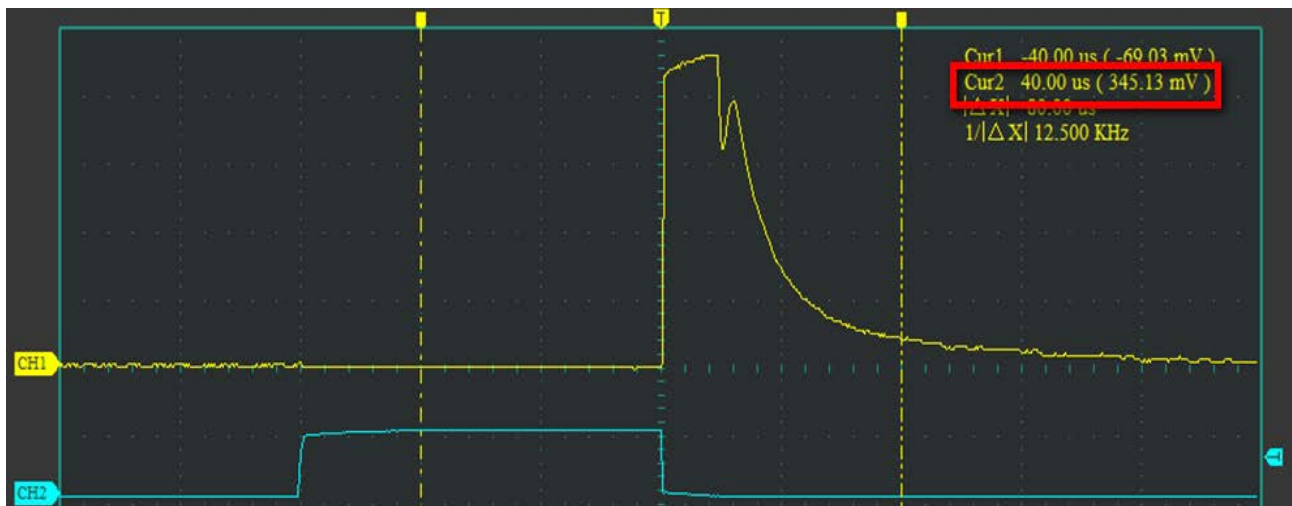


Рисунок 6 – Осциллограммы при обнаружении жестяной банки

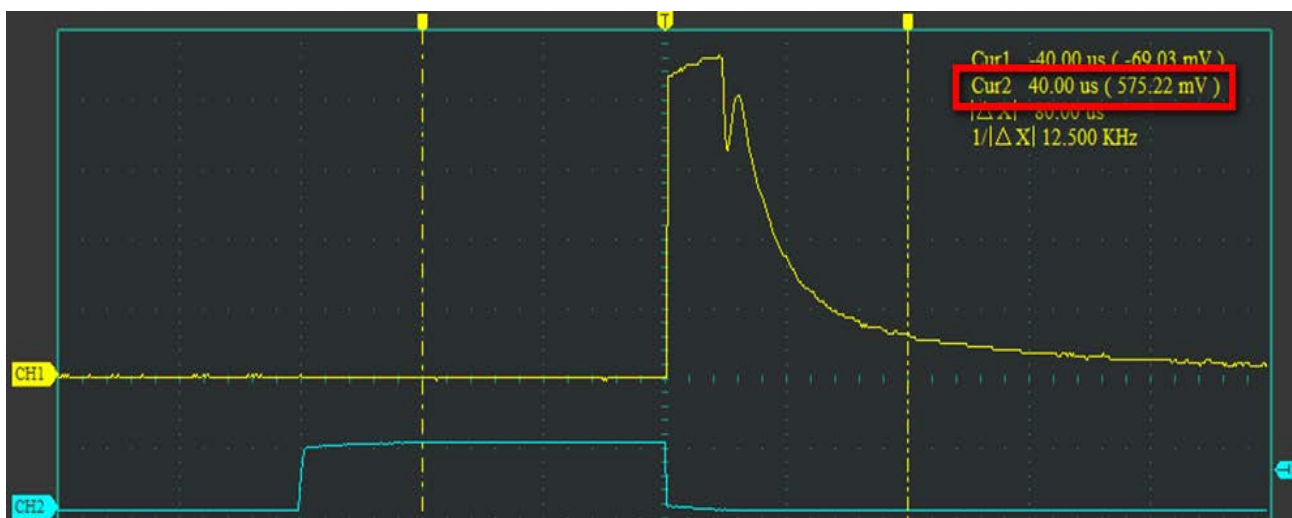


Рисунок 7 – Осциллограммы при обнаружении металлической пластины

Таким образом, по длительности заднего фронта измерительного импульса импульсного металлоискателя можно судить о размере детектируемого металлического предмета, что дает возможность достаточно просто осуществить дискриминацию металлов по размеру.

К примеру, можно реализовать режим поиска крупных предметов, при котором металлоискатель не будет реагировать на мелкий металлический мусор в виде гвоздей и пивных пробок, что значительно повысит эффективность поиска.

Выводы: разработанный стенд, и выполненные на нем исследования дают основания утверждать, что в импульсном металлодетекторе возможно реализовать функцию дискриминации металлов по размеру, путем измерения длительности заднего фронта измерительного импульса

Перечень ссылок

1. Металлоискатели своими руками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.miriskateley.com/samodelnye-metalloiskateli-ili-kak-sdelat-metalloiskatel-svoimi-rukami>. - Дата доступа : 15.05.2018. – Загл. с экрана
2. Импульсный металлодетектор на Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://acdc.foxylab.com/node/47>. - Дата доступа: 15.05.2018. – Загл. с экрана.
3. Простой металлодетектор на Ардуино: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/715-metalloiskatel-na-arduino-svoimi-rukami.html. - Дата доступа: 15.05.2018. – Загл. с экрана.