

Научная статья  
УДК 621.31

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ИНДИКАТОРА СКРЫТОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И АРМАТУРЫ

Дмитрий Николаевич Матвеев<sup>1</sup>, Сергей Петрович Санников<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> saa08\_84@mail.ru

<sup>2</sup> sannikovsp@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В статье сделан анализ существующих способов работы индикаторов скрытых металлических предметов и электрического поля, создаваемого электропроводкой, кабелями. Разработан электромагнитный излучатель для использования в индикаторах скрытых металлических объектов с электрическими полями, независимо от типа металла.

**Ключевые слова:** электронное устройство, электромагнитный излучатель, скрытые металлические предметы

Original article

## ELECTROMAGNETIC EMITTER OF THE INDICATOR OF THE HIDDEN ELECTRIC FIELD AND FITTINGS

Dmitry N. Matveev<sup>1</sup>, Sergey P. Sannikov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> saa08\_84@mail.ru

<sup>2</sup> sannikovsp@m.usfeu.ru

**Abstract.** The article analyzes the existing methods of operation of indicators of hidden metal objects and the electric field created by electrical wiring, cables. An electromagnetic emitter has been developed for use in indicators of hidden metal objects with electric fields, regardless of the type of metal.

**Keywords:** electronic device, electromagnetic emitter, hidden metal objects

При строительных и ремонтных работах часто необходимо определить скрытые кабельные каналы или электропроводку, трубы и арматуру. Для этой цели используют специальные приборы под общим названием «индикаторы». Практически все известные доступные индикаторы обладают множеством недостатков, а именно размытостью поля скрытых ме-

таллических предметов. Это связано с физическими принципами, на которых они работают. На настоящий момент известно три таких принципа.

1. Первые основаны на реакции электрического поля проводов под напряжением. Они неплохо «видят» провода, расположенные параллельно, по которым протекает переменный по амплитуде электрический ток (например, переменный ток электросети). Если в этой линии происходит обрыв провода, то ток не протекает, соответственно, чувствительность индикатора снижается. То же самое можно сказать, если в цепи протекает постоянный ток. Здесь изначально чувствительности у индикатора недостаточно (если производители специально не предусмотрели усиление сигнала). На этом принципе невозможно обнаружить провода в электрическом экране (сама конструкция кабеля исключает возможность это сделать). Также использование индикаторов, реагирующих на электрическое поле, если амплитуда в линии проводов низкая, например, 24–40 В, а толщина изоляции (глубина закладки) превышает паспортные данные на индикатор.

2. Второй способ рассчитан на реакцию индикатора на скрытые металлические предметы (трубы, арматура), в том числе и электропроводку. Эти индикаторы основаны на наведении индукции или изменении магнитного поля в катушке индикатора металлическими предметами. Во всех исследуемых нами индикаторах конструкции катушки имеют ряд недостатков, не позволяющих увеличить «магнитную линию», которая проходит через центр катушки с одного полюса и заканчивается на другом через исследуемый объект. Магнитные поля очень «короткие» в отличие от электрических полей, их ослабление происходит вблизи катушки, т. к. прикладываемое напряжение к катушке индикатора, как правило, не превышает 15 В (автономное питание индикатора).

3. Третий способ относится к активным. Здесь электрическая электропроводка (кабель), арматура или труба является распространителем электромагнитных высокочастотных (ВЧ) колебаний от специального генератора, подключенного к ним. Амплитуда ВЧ-колебаний выбирается от предполагаемой глубины залегания (чем глубже, тем больше амплитуда). Принцип работы индикатора основан на том, что арматура или электрическая линия из проводов образует конденсатор или антенну, которая служит источником распространения электромагнитных колебаний в пространстве. Частота генератора ВЧ-колебаний, подводимых к скрытым металлическим предметам в стене (штукатурке), может составлять от 100 Гц до 100 кГц (это частоты, которые не требуют специального разрешения Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) [1]). Индикатор выполняет роль приемника ВЧ-колебаний. Это делается с той целью, чтобы избавиться от помех, вызванных частотой электропитания 50 Гц. Недостатком данного способа является тот факт, что невозможно подключить генератор к объекту поиска.

Все вышерассмотренные принципы работы индикаторов имеют индуктивную связь с объектом поиска. Для этого чувствительным элементом является катушка индуктивности, магнитное поле которой должно замыкаться в определенной плоскости ( $90^\circ$  относительно ее оси) катушки с тем, чтобы ее магнитные линии проходили через объект поиска, в противном случае ее чувствительность снижается до нуля.

Цель данной работы заключается в том, чтобы предложить другой способ работы индикатора, а именно в разработке электромагнитного излучателя. Задача состоит в анализе существующих индикаторов скрытого поиска металлических предметов и электрической проводки.

Разработанное устройство представляет собой релаксационный генератор с индуктивной связью [2], принципиальная схема электромагнитного излучателя представлена на рис. 1.

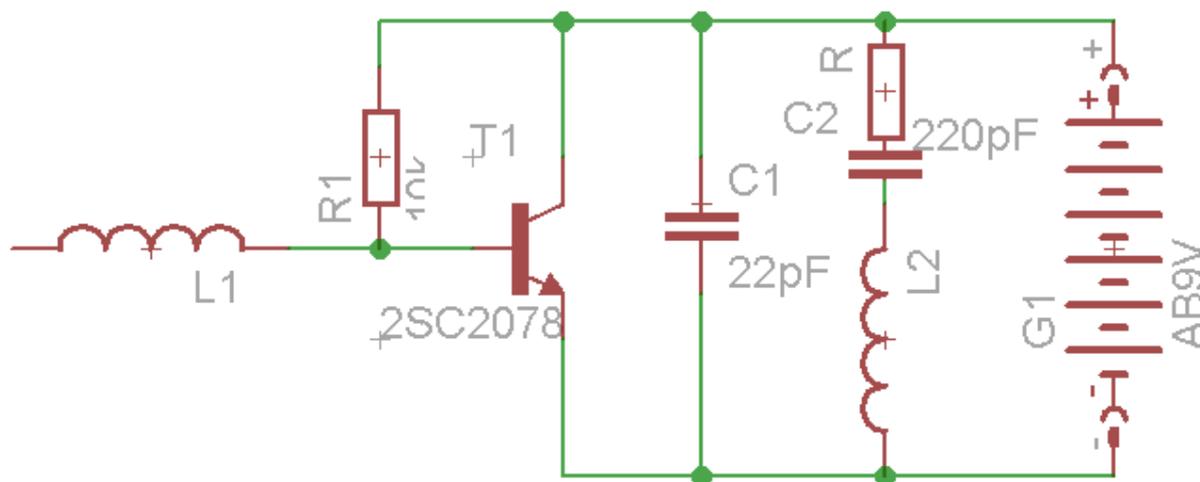


Рис. 1. Принципиальная схема электромагнитного излучателя

Электромагнитный излучатель состоит из трех частей: электрического последовательно колебательного контура (C2, L2), напряжение, питание на который подаются от батареи G1; из электронного ключа на транзисторе T1, который подключен параллельно колебательному контуру L2, C2; антенны L1, которая одним концом соединена с базой транзистора T1, а другой конец L1 является излучателем электромагнитной волны. Причем катушка L1 имеет индуктивную связь с катушкой L2 (на схеме условно не показано, см. рис. 2).

При подаче напряжения постоянного тока с помощью тумблера ток проходит через токоограничивающий резистор и попадает на базу транзистора, приоткрывая канал коллектор-эмиттером, после этого появляется напряжение в конденсаторе C1 и на катушке L2. Катушка L2 и конденсатор C2 вместе создают колебательный контур. Поскольку катушка L2 намотана на провод другой катушки L1, в этой катушке (L1) наводится

ток. Ток в катушке L1 увеличивает потенциал на базе транзистора T1, он больше открывается и тем самым усиливает свое электромагнитное поле, в конце концов создается электромагнитный импульс, который и влияет на электроприборы.

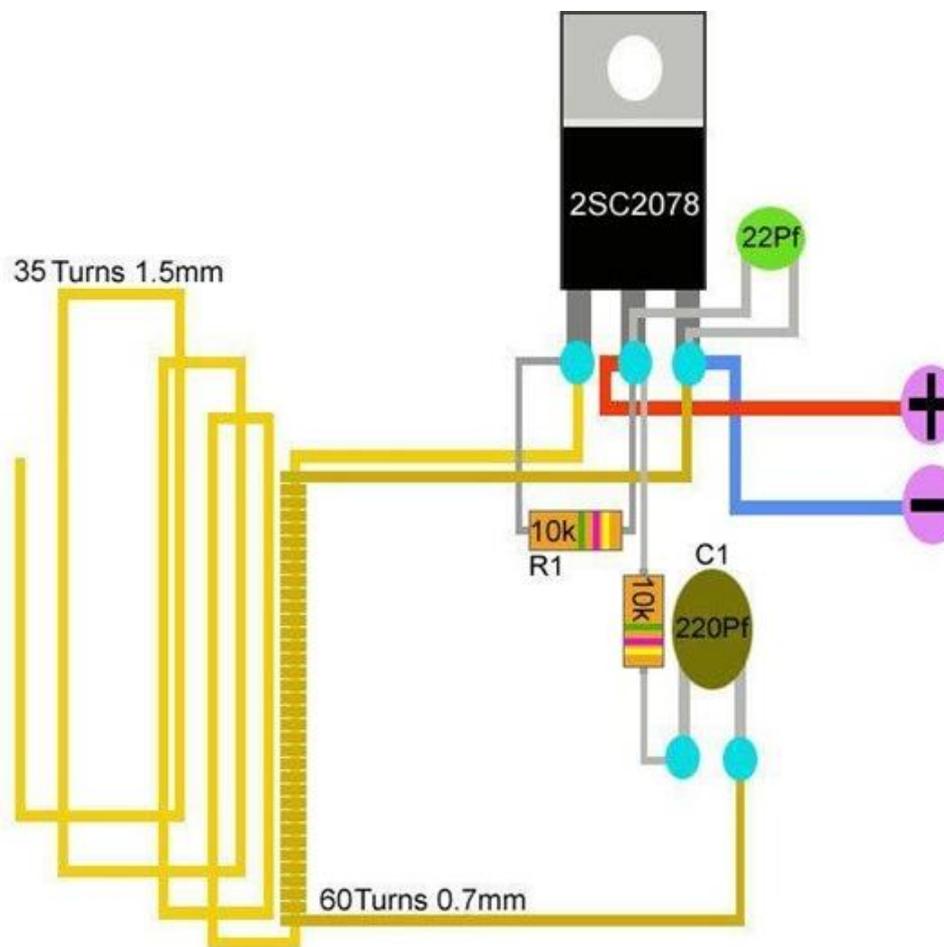


Рис. 2. Схема соединения электромагнитного излучателя

При создании такого устройства необходимо учесть намотку двух катушек, чтобы витки намотки были расположены противоположно друг другу, т. к. при этом создается резонанс [3].

Разработанный электромагнитный излучатель для индикатора скрытого электрического и металлических предметов имеет ряд преимуществ перед существующими индикаторами, т. к. его работа основана на излучении сильного электрического поля в сторону объекта поиска. Появление токов Фуко в металлических предметах объекта поиска начинает влиять на электромагнитный излучатель через катушку L1, которая изменяет ток базы транзистора T1, меняя его режим генерации, что отражается на светодиоде (на схеме условно не показан, см. рис. 1), светодиод изменяет частоту мигания, что означает место скрытых металлических предметов или наличие электрического (магнитного) поля.

## *Список источников*

1. «Об утверждении Положения о Государственной комиссии по радиочастотам» : Постановление Правительства РФ от 2 июля 2004 г. № 336 (с изменениями и дополнениями) // Гарант.ру : [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/187178/?ysclid=lpfnonqkjf88569170> (дата обращения: 19.11.2023).

2. Барыбин А. А. Электроника и микроэлектроника. М. : Физматлит, 2006. 424 с. // studizba : [сайт]. URL: <https://clck.ru/38v2Uw> (дата обращения: 11.11.2023).

3. Гололобов В. Н. Электроника для любознательных. СПб. : Наука и техника, 2018. 320 с. URL: <https://clck.ru/38v2Tt> (дата обращения: 11.11.2023).