

Проект на тему: «Электронный металлоискатель»

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ
УЧАЩИХСЯ

Павлов Дмитрий, ученик

Руководитель:

Анашина Нина Юрьевна,

педагог ДО ГБОУ ДО ДТДМ «Неоткрытые острова», Москва

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение

Возникновение идеи

В прошлом году на занятиях в студии «Интеллект» ДТДМ «Неоткрытые острова» мы познакомились с основами булевой алгебры, или алгебры логики. Нам рассказали, что великий учёный древности Аристотель заинтересовался тем, почему одни выводы люди считают правильными, а иные — ложными. При этом он продолжил работу по исследованию мышления людей, который начал Сократ и продолжил учитель Аристотеля — Платон. И в результате Аристотель создал науку о мышлении человека — логику, которая просуществовала почти без изменения и дополнения 2200 лет.

Только в XIX веке английский математик Джон Буль сумел соединить логику с двоичной арифметикой. И оказалось, что различные высказывания, которые Аристотель выделил в речи людей, — логические функции, можно записать формулами! Джон Буль перевёл логику на математический язык. Так была создана математическая основа компьютерной техники.

В XX веке после изобретения транзистора электронная техника стала быстро развиваться. Сначала всё делали на отдельных радиоэлементах: транзисторах, резисторах, конденсаторах и т.д. Потом стали выпускать серии микросхем, которые сразу выполняли разные логические функции. Причём все функции делать и не нужно было, потому что, как оказалось, при помощи функций И, ИЛИ, НЕТ можно реализовать любое высказывание, записать соответствующее ему логическое уравнение булевой алгебры. Следовательно, при помощи электроники создать любую логическую схему.

Мы рассмотрели функциональные схемы и конструкции разных микросхем серии K155. Узнали, что в цифровой электронике широко используется такое устройство, как триггер. Триггер — это элемент памяти, который может хранить

1 бит. То есть он может принимать одно из двух значений: ноль — «0» или единица — «1». На триггерах строятся узлы: регистры, хранящие числа из нескольких бит. Чаще всего — 8-разрядный байт. Счётчики, сумматоры и другие нужные узлы теперь делают прямо в одном кристалле. Поэтому нынешние электронные устройства (смартфоны, например) гораздо мощнее первых компьютеров и несоизмеримо меньше их по величине.

Я тогда в качестве примера спаял регистр сдвига «бегущий огонёк». Было очень интересно, как с одного триггера перескакивает на другой сигнал «единица», зажигая светодиод, что подсоединён к единичному выходу триггера.

Летом я посмотрел разные схемы разных устройств и захотел ещё что-нибудь сделать сам. Мне понравилась идея создать металлоискатель. Во-первых, все кладоискатели в приключенческих книжках ищут сокровища с их помощью. А если серьёзно говорить, то металлоискатель нужен не только для обезвреживания мин, что до сих пор находят на бывших полях сражений и на оставленных врагами бывших оккупированных территориях. Они нужны при прокладке новых трасс для поиска проложенных ранее кабелей, металлических труб и т.д., чтобы их обозначить заранее и не повредить при новом строительстве. А также, чтобы найти заброшенные трубы, чтобы не повредить о них канавокопатель.

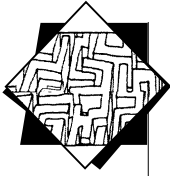
Цель и задачи проекта

В результате я поставил себе **цель:**

Своими руками сделать действующий металлоискатель.

Я подумал и понял, чтобы сделать это электронное устройство, мне нужно решить такие **задачи:**

а) **разобраться в работе нескольких принципиальных схем** металлоискателей. Понять принцип действия и выбрать наиболее понятную и удобную для исполнения и надёжную в работе схему. Так как оказалось, что существует много разных вариантов этих металлоискателей;



в) **приобрести необходимые радиодетали**, провода, плату и др.;

с) **продумать конструкцию и сделать все необходимые детали** самого металлоискателя, чтобы его легко можно было переносить и работать с ним.

Методы, используемые при работе над проектом

Во-первых, нужно прочесть, что такое металлоискатель, на каком принципе он работает. Это — **теория**.

Во-вторых, выбрать понятную и несложную схему по Интернету, приобрести детали.

А в-третьих, спаять схему и провести испытания. Это — **эксперимент**.

Основная часть

Блок-схема металлоискателя

Принцип работы большинства металлоискателей основан на том, что меняется частота звукового генератора, если в контур катушки генератор попадает металлический предмет. И это изменение звуковой частоты слышит оператор, работающий с прибором. Значит, нужны:

- индукционная катушка, которая является датчиком — улавливателем металла в контуре электромагнитного поля катушки;
- генератор звуковой частоты;
- усилитель звуковой частоты;

- регулятор звуковой частоты;
- преобразователь звуковой частоты в звуковые сигналы, то есть попросту — динамик.

Значит, можно составить такую блок-схему металлоискателя (рис 1).

Выбор схемы металлоискателя

Я поискал в Интернете и нашёл подходящую схему. Подходящую, потому что в ней не очень много микросхем, можно в ней разобраться.

Условно схему металлоискателя пират я разбил на 4 основных блока:

- генератор импульсов, собранный на микросхеме NE555 (таймере);
- усилитель звуковой частоты на транзисторе;
- узел поисковой катушки;
- двух канальный операционный усилитель на микросхеме К157УД2.

В результате я остановил свой выбор на такой принципиальной схеме металлоискателя.

Генератор импульсов необходим для генерации импульсов заданной частоты. Он собран на микросхеме NE555, представляющей собой таймер — счётчик импульсов. Частоту прохождения импульсов можно подбирать с помощью подбора конденсаторов C1, C2 и резисторов R2, R3. Изменяя значения этих элементов, можно

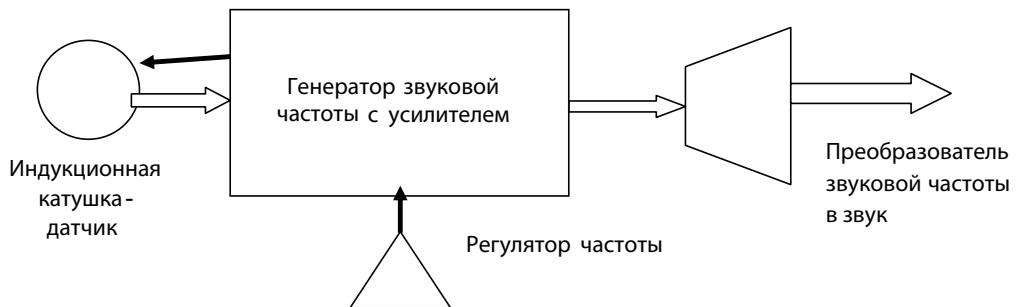


Рис. 1. Блок-схема металлоискателя

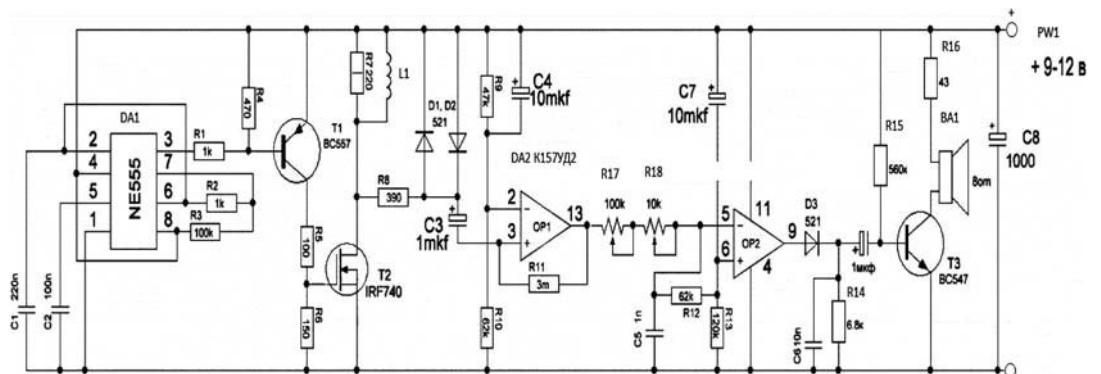


Рис. 2. Принципиальная схема металлоискателя

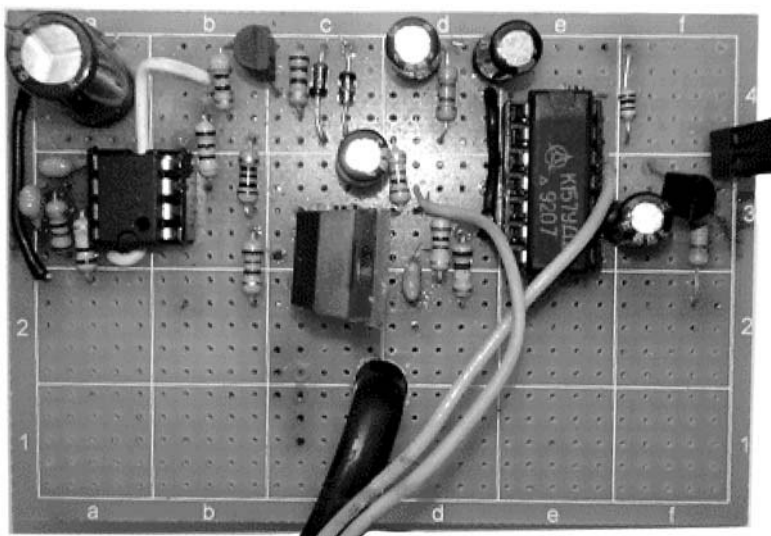


Рис. 3. Пропаянная плата выглядит примерно так

изменять частоту генерации импульсов, скважность и длительность. То есть они выполняют роль регулятора.

Импульсы от таймера поступают на транзистор Т1, открывая и закрывая его. Он, в свою очередь, подключён в цепь базы полевого транзистора Т2. Резистор R4 необходим для выбора «рабочей точки» транзистора.

Усилитель звуковой частоты собран на транзисторе BC547, с максимальным током коллектора 0,1А. В цепь коллектора которого подключён низкоомный динамик и сопротивление номиналом 43 Ом.

Схему сначала решил собрать на монтажной плате и убедиться в её работоспособности.

Первым делом я собрал усилитель звуковой частоты. Для того, чтобы на дальнейших этапах сборки проверять работо-

способность генератора импульсов и микросхемы.

Сборку начал производить по блокам, сначала собрал генератор импульсов. Правильность его сборки проверил путём подсоединения динамика через транзистор к выходу таймера.

Далее приступил к подключению микросхемы К157УД2. Это два каскада усиления и все.

Катушку — датчик — сделал из медной проволоки диаметром 0,5 мм, намотав её на банку и сделал 30 витков, потом обмотал её фумой-лентой. Провод, соединяющий катушку и саму плату металлоискателя, нужно брать как можно толще и мощнее, чтобы сделать минимальным сопротивление этих проводов.

После того как подключил оставшийся блок с транзистором и катушкой, подал

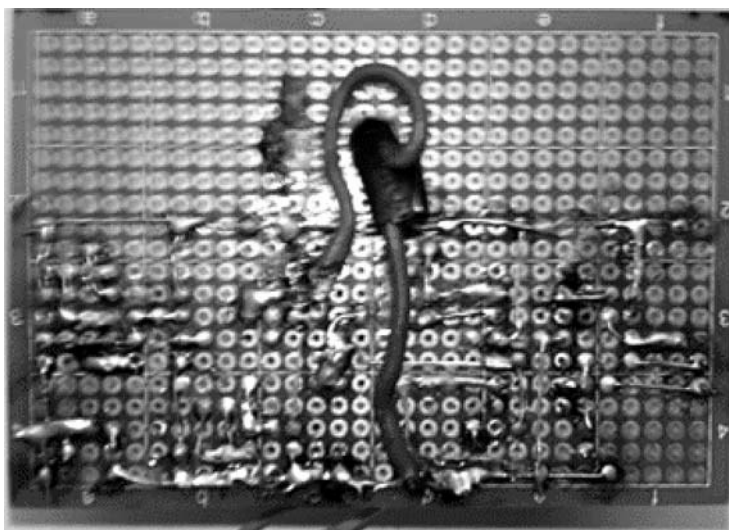
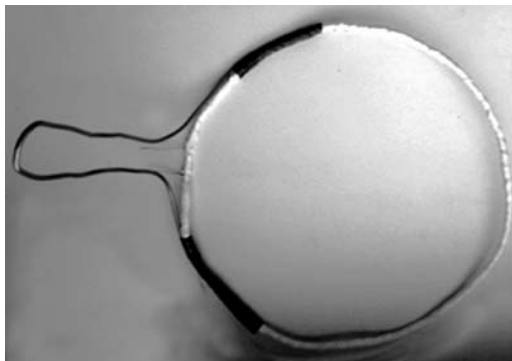
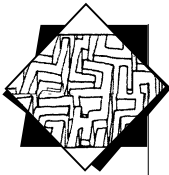


Рис. 4. Это обратная сторона платы



напряжение 9В от китайского блока питания. В динамике появился долгожданный треск. Начал настраивать металлоискатель до тех пор, пока в динамике изредка не появились «щелчки».

После того как перепаял провод питания, чувствительность действительно возросла. Не на много, приблизительно на 1 сантиметр, но всё же.

А вот сама катушка. Её обмотал изолирующей лентой, чтобы витки плотно были друг к другу. Также это придаёт жёсткость катушке. Использовал металлическое крепление из проволоки. Не знаю, правда, влияет ли она на чувствительность металлоискателя. Ведь в этой проволоке тоже находится ЭДС, которое также должно влиять на катушку.

Описание работы некоторых узлов

Генератор NE555

Интегральная микросхема NE555 представляет собой специальный таймер, генерирующий стабильные прямоугольные импульсы определённого периода и скважности. Данная микросхема широко используется в различной радиоэлектронной аппаратуре.

Микросхема имеет 8 выводов:

- GND — минусовой провод;
- TRIG — при достижения на этом выводе напряжения меньше чем 0,5 от CTRL, на выходе устанавливается напряжение высокого уровня и начинается отсчёт времени;
- OUT — выход, принимает состояние, равное GND или 1,5 В
- RESET — запуск таймера при напряжении на нём более 0,7 В;
- CTRL — управляющий вывод;
- THR — останов;
- DIS — разряд;
- VCC — плюс питания микросхемы.

Представленная схема генератора на NE555 предназначена для генерации прямоугольных импульсов с частотами 0,1, 1, 10, 100 Гц. Настройка осуществляется при помощи переключателя Р, который подключается к конденсаторам разных номиналов, а также сопротивлений R1, R2, можно получать любую частоту.

На выходе для световой индикации установлен светодиод, который мигает с той же частотой, что и выходной сигнал. Для ограничения его от больших токов установлен резистор номиналом в 270 Ом. Схема питается от источника питания номиналом в 5 В.

Простой усилитель звука

Вне сомнений, что у каждого начинающего радиолюбителя появлялось желание собрать усилитель звука своими руками. Меня эта тема очень заинтересовала. Однажды я заметил у приятеля — радиолюбителя в тетради одну интересную схему. По данной схеме можно легко собрать простой усилитель звука на 10 Ватт с питанием

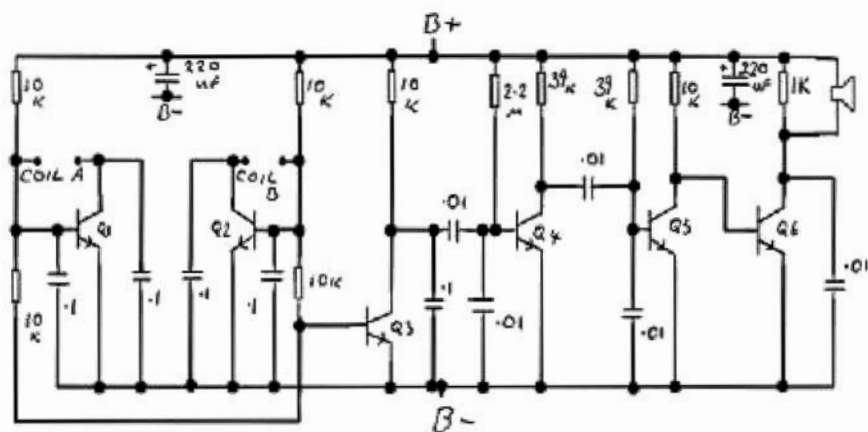


Рис. 5. Окончательно принципиальная схема прибора металлоискателя такая

Список радиодеталей для сборки металлоискателя

Обозначение	Тип	Номинал	Обозначение	Тип	Номинал
R1	резистор	1 кОм	DA2	микросхема	K157УД2
R2	резистор	1 кОм	C1	конденсатор	220 нФ
R3	резистор	100 кОм	C2	конденсатор	100 нФ
R4	резистор	470 Ом	C3	конденсатор	1мкФ
R5	резистор	100 Ом	C4	конденсатор	10 мкФ
R6	резистор	150 Ом	C5	конденсатор	1 нФ
R7	резистор	220 Ом	C6	конденсатор	10нФ
R8	резистор	390 Ом	C7	конденсатор	10 мкФ
R9	резистор	47 кОм	C8	конденсатор	1000 мкФ
R10	резистор	62 кОм	C9	конденсатор	1 мкФ
R11	резистор	3 МОм	T1	транзистор	BC557
R12	резистор	62 кОм	T2	транзистор	IRF740
R13	резистор	120 кОм	T3	транзистор	BC547
R14	резистор	6,8 кОм	D1	диод	1N4148
R15	резистор	560 кОм	D2	диод	1N4148
R16	резистор	43 Ом	D3	диод	1N4148
R17	переменное сопротивление	100 кОм	BA1	динамик	8 Ом
R18	переменное сопротивление	10 кОмм	L1	поисковая катушка	2 Ом
DA1	микросхема	NE555	PW1	источник питания	9–12 Вольт

от 5 до 16 Вольт. Попрощавшись с другом, я довольный ушёл с его тетрадкой и уже дома принялся за сборку.

Схема представляет собой простой усилитель, собранный на микросхеме TDA2003. Входной сигнал поступает на микросхему через электролитический конденсатор 10 мкФ. Усиленный микро-

схемой сигнал с 4-й ножки поступает на динамик через конденсатор 470 мкФ. Схема питается от источника постоянного тока напряжением 12В.

Печатная плата усилителя

Изготовление самой платы у меня заняло буквально несколько минут. Плата

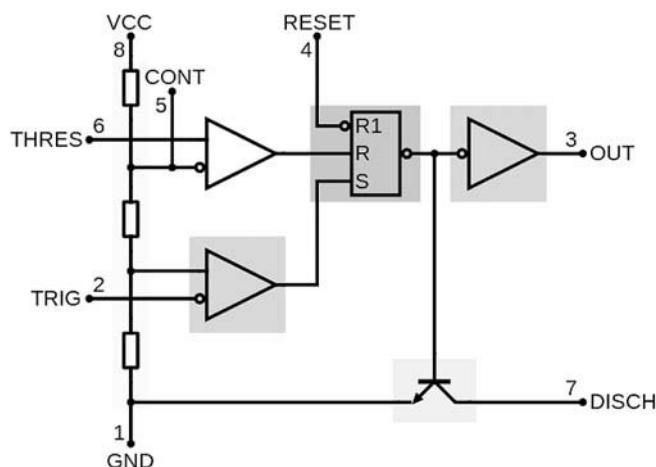


Рис. 6. Логическая схема таймера NE555

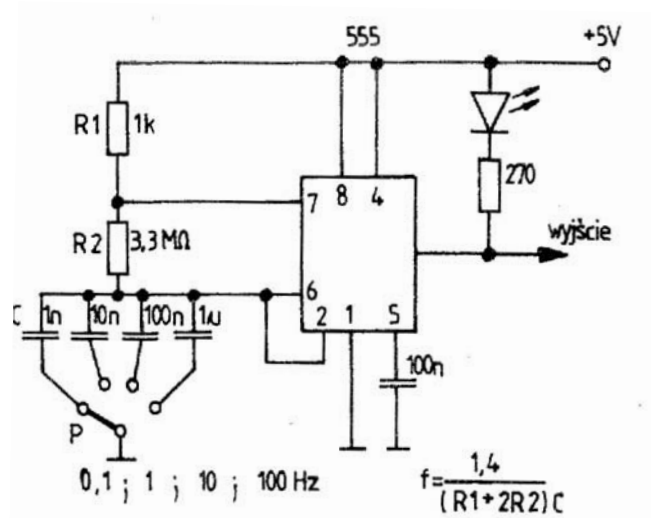
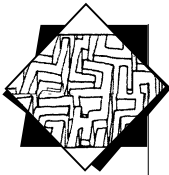


Рис. 7. Схема генератора на NE555

была сделана с помощью лазерного утюга и после вытравлена в хлорном железе. Следующим этапом нужно отыскать необходимые детали и заняться их пайкой. Микросхема была взята из старого телевизора, кстати в ТВ находится она перед самым динамиком на плате. Далее, отсоединив дорожки, выпаял микросхему, отечественным аналогом которой является К174УН14. (В том случае, если в качестве донора будет телевизор советский времён.) Остальные нужные детали также были отпаяны там. Далее началась пайка деталей на плату.

Когда детали припаяны, была протестирована пайка — получилось всё отлично. Важно не забыть что микросхему нужно ставить на радиатор. Сразу же мне захотелось проверить на работоспособность схему, был подключён аккумуля-

лятор 12 Вольт — всё отлично работало. Схема усилителя ЗЧ выдавала точно 10 Ватт. Музыка звучит очень хорошо, без лишних помех. Вот так без особых трудностей я собрал **простой усилитель звука**.

Динамик я взял с того же телевизора и закрепил всё в пластиковом корпусе. Есть также возможность добавить к усилителю тембрблок.

Изготовление катушки

Я делал катушку диаметром 29,5 (вырезал из фанеры), пропилил канавку под провод, намотал 7 витков провода примерно 0,2–0,3 мм, замазал жидким гвоздём. Провод от катушки до платы тоже крепится жёстко, т.к. чистота плывёт, если он шевелится. Подстроечная катушка наматывается на деревянный сердечник

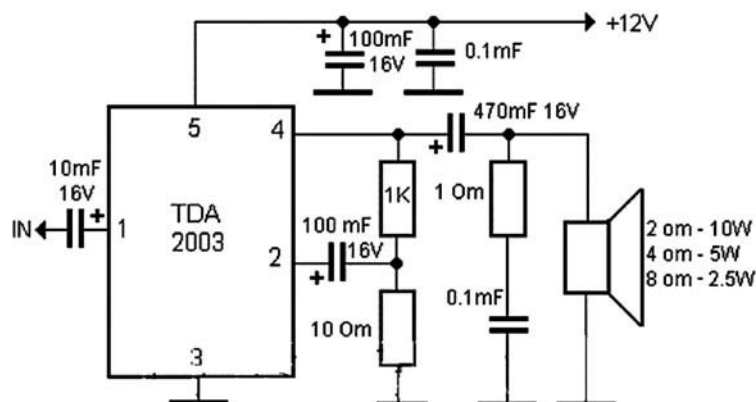


Рис. 8. Схема простого усилителя звука

12 мм, длина 5 см, в одну сторону 65 витков и в другую 65. Подсоединяется по схеме, и настраиваем путём убираня витков примерно, чтоб на середине звук умолкал, а дальше возрастал опять.

Выводы

В Интернете можно найти работающую схему металлоискателя.

Понимание принципа работы металлоискателя по блок-схеме помогло разобраться в основном в работе принципиальной схемы устройства.

Все микросхемы, полупроводниковые приборы (простые и полевые транзисторы) и другие радиодетали можно найти в магазинах.

Даже если не всегда понимаешь работы полупроводникового прибора, можно сделать устройство, если точно следовать принципиальной схеме и не ошибаться во время пайки с ножками микросхем и транзисторов.

Если работать аккуратно, можно самому сделать некоторые детали, например индукционную катушку.

Заключение

Во время работы над проектом я сумел:

- разобраться в работе новых микросхем;
- находить и выбирать по Интернету принципиальную схему нужного мне устройства;
- сделать индукционный датчик — скрутить из проволоки катушку с нужным диаметром и количеством витков;
- научился анализировать работу устройства, разбираться, почему не работает с первого раза;
- я ещё не очень понял отличие простого транзистора от полевого, но, думаю, что со временем разберусь;
- я стал лучше паять;
- я понял, что электроника — это интересно!

Литература

1. http://radioskot.ru/publ/metalloiskatel_pirat/1-1-0-480
2. <http://www.radio-magic.ru/beginners/101-generator-ne-generator-генератор-Генератор-NE555>
3. <http://www.radio-magic.ru/amplifiers/85-prostoi-usilitel-усилитель-усилитель>