

«PETRAPIN – A07»

Производство с целью получения прибыли разрешено при условии сохранения названия «PETRAPIN-A07», оно должно присутствовать на корпусе прибора. (требование автора)

По весне разработал пинпонттер, полевые испытания показали неплохие результаты. В общей сложности разными людьми собрано на данный момент – 5 штук, доступная комплектация, малые габариты, отсутствие сложностей при наладке.

Питание – 12В алкалайновая батарейка типа А23

Потребление – 2мА/20мА(звук)

Режим работы – статический автобалансирующий

Индикация – звуковая, световая.

Дальность обнаружения

– никелевая монета $d=24\text{мм}$: 60мм

– латунная монета $d=23\text{мм}$: 50мм

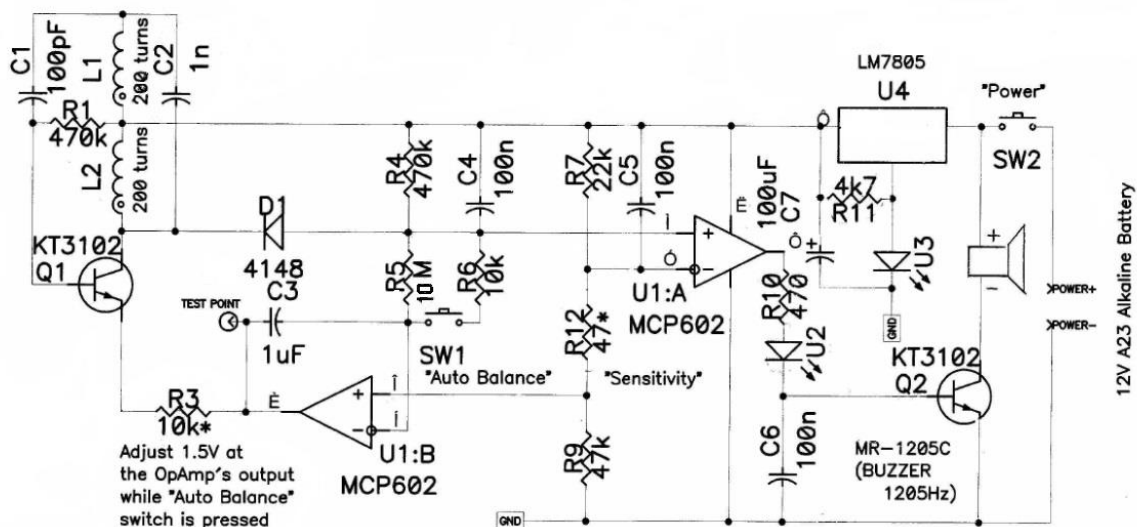
максимальная глубина обнаружения: 200мм (размер каска и более)

Принцип работы.

Измеритель добротности колебательного LC контура. Чем ближе к металлу тем больше потери энергии, тем меньше амплитуда сигнала на LC контуре.

Добротность характеризует потери, следовательно измеряя амплитуду мы измеряем добротность.

Схема пинпонттера:



Description:
Operates as autobalancing Q-meter, sensitive to all kinds of metals.
L1, L2 has 200 turns of 0.17mm copper wire,
on D=8mm L=60mm ferrite core (as an old AM radio has)

"PETRA-PIN A2007"

Описание схемы:

LC – генератор – C1,C2,R1,L1,L2,Q1

Q1 – любой NPN транзистор с h_{21} больше 100 – напр. 1N1815, L1,L2 – имеют 100...200 витков поверх ферритового прутка $d=8...10$ мм, длиной 60...100мм.

C1 – 100pf, C2 – 4,7nf – термостабильный – определяет частоту генератора.

Выпрямитель напряжения – D1,R4,C4

D1 – 1N4148, R4 – 470k, C4 – 100n

Опорное напряжение – R7,R12,R9,C5

R7 – 22k, R12 – 10R «чувствительность» – чем выше это сопротивление, тем ниже чувствительность, R9 – 47k, C5 – 100n

Интегратор – R5,R6,SW1,C3,U1:B

R5 – 2M2 – компенсирует ток утечки C3, уменьшает значение если «автобаланс» не работает должным образом, R6 – 100k, SW1 – «автобаланс», C3 – 1мкф – термостабильный с низким током утечки, U1:B – MCP602

Источник тока (не идеальный) – R3 – 8,2...10k при нажатии кнопки SW1 нужно отрегулировать R3 чтобы получить на выходе U1:B приблизительно 1,5 вольт постоянное напряжение.

Компаратор U1:A – сравните выпрямленное напряжение генератора с опорным напряжением. Если напряжение генератора упадёт, компаратор активирует свет и звук

Свет и звук – R10,U2,C6,Q2, «BUZZER»

R10 – 1k, U2 – «красный светодиод», C6 – 100n, Q2 – любой NPN транзистор с h_{21} больше 100 – напр. 1N1815, «BUZZER» – со встроенным генератором частоты 1 кГц, MR1205 на 12 вольт

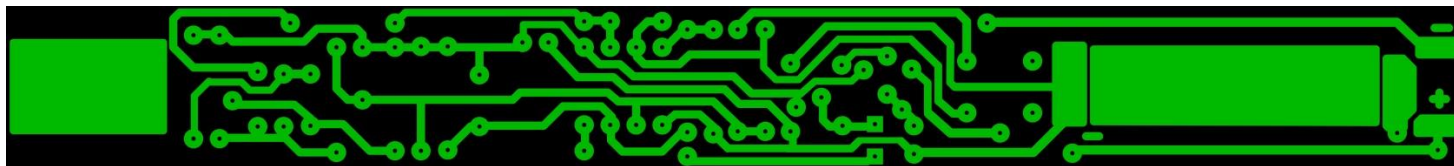
Регулятор напряжения – U4,U3,R11,C7

U4 – стабилизатор понижающий LM2931-5.0 на 5 вольт, U3 – «зелёный светодиод», C7 – 100мкф X 16вольт

Внешний вид платы в сборе и пример корпуса:



Печатная плата:



Стержневая антенна, имеет два конца – два полюса. Так вот у полюсов чувствительность одинаковая, а по центру стержня (не намотки, а именно стержня) она падает практически до нуля. Берем маленькую отверточку, ведем вдоль антенны от полюса до полюса и видим, что по центру антенны, прибор её не чувствует. Видимо в центре антенны минимальное или ничтожно малое взаимодействие с объектом. Почему? Последнее слово за теоретиками... 😊

Привожу данные по чувствительности, первого варианта прибора, в зависимости от частоты:

ferrite l=100 d=10		air core d=170mm		
120+120 turns		60+60 turns		

19kHz	90kHz	18kHz	56kHz	

85/- мм	65/-	125/-	120/-	Кусок двухст. текст. 35x35мм
60/23mm	50/25	80/0	75/10	Золотое кольцо 20мм диаметром
55/20mm	45/25	80/0	70/5	5 копеек СССР
40/13mm	35/18	50/0	40/0	1 копейка СССР
55/15mm	40/15	75/0	60/0	язычок от пивной банки
65/43mm	45/30	90/40	75/35	смятая водочная безкозырка

35/- мм	35/-	0/-	25/-	маленькая отверточка
60/50mm	60/50	90/75	90/80	бутылочная пробка
-/-	-/-	300/-	250/-	кастрюлька 150мм диаметром

(площадь/ребром, "-" нет данных)

Первые две колонки таблицы с ферритовой антенной, вторые две – это антенна без сердечника – так сказать поиск альтернативы пользователям БФО металлодетекторов.

Из экспериментальных данных видно, что на низкой частоте увеличивается чувствительность к крупным объектам, но падает к мелким (смотри данные на ребро) по сравнению с высокой частотой, оптимальная частота на мой взгляд в районе 20kHz.

Во втором варианте прибора, поигрался с номиналами, и добился еще большей чувствительности, но в месте с тем прибор начал чувствовать магнитное поле земли .

Поэтому, не гонитесь за чувствительностью. У "фирменных" пинпоинтеров, по отзывам пользователей, прибор с хорошей чувствительностью никелевую монету видит на расстоянии 2" дюйма (51 мм), латуневую монету на расстоянии 1.5" дюйма (38 мм).

"Антенна без сердечника", судя по расстояниям сработки , это обычная 170мм катушка, 2x60 витков. Я перестарался с числом витков, надо было мотать наверно витков по 2x40 но так как необходимости небыло то больше и не экспериментировал с антенной без сердечника. На самом деле на чувствительность влияет величина резистора с выхода интегратора в эмиттер транзистора. Под антенну без сердечника этот резистор не подбирался.

Целью эксперимента было установить оптимальную частоту, с тем чтобы добиться оптимальной чувствительности к монетке плоская и ребром.

По поводу увеличения глубины обнаружения – чем длиннее ферритовый сердечник тем меньше размагничивающий фактор и тем сильнее магнитное поле – а следовательно чувствительность. Экспериментировал с сердечниками длиной 60 и 100 мм последний однозначно чувствительнее. Больше 100 мм ферритовых стержней мне не попадалось. Пробовал увеличивать диаметр датчика склеивая вместе 3 стержня, прирост по глубине был не более 15-20 процентов – оно и понятно упомянутое соотношение длины к диаметру то ухудшается при этом. По поводу датчика совет один – две обмотки по 100...300 витков не слишком тонкого провода 0.2 .. 0.3 мм диаметром (можно литцентрат, но на мой взгляд это излишне). Магнитная проницаемость ферритового стержня чем больше тем лучше. По поводу оптимальной длины стержня есть поле для экспериментов но думаю будет поболее 100мм.

Катушки мотал и с края и по середине и равномерно по всей длине, виток к витку и внавал, разницы особой не заметил.

Необходимости в экране тоже вроде как нет, но с этим признаюсь не экспериментировал.

В печатной плате под батарейку лучше сделать вырез (контур выреза виден со стороны дорожек). Я просто засверливал сверлом а потом надфилем растачивал, так батарейка будет надёжней держаться. В качестве контактов под батаерейку использовал контактные группы реле. Судя по пропилам и вы что-то подобное используете. Стабилизатор по питанию лучше наверное LM78L05, т.к. у лоудропов при старте идёт бросок тока, так вот если батарея подсевшая то они не запускаются пока не сменишь батарейку.

Ответы автора по настройке пинпонтера на форуме:

R5 можно уменьшать до 1M, а вот вместо R12 перемычку ставить нельзя.

R12 задаёт порог срабатывания, возможно из-за того и пицит 😊

Куда ему деваться 😊 А с чувствительностью надо разбираться.

1) Частота генерации должна быть 10-20 кГц.

2) Попробуйте подобрать R3 (выставить указанное напряжение на выходе операционника).

3) Если не помогло значит мала начальная добротность генератора + катушки.

3.1) Коэффициент усиления транзистора желательно иметь более 300.

3.2) Если с транзистором порядок – значит дело в катушке. Либо провод тонковат либо с сердечником не порядок либо конденсаторы C2,C3 поставили не качественные, эти два конденсатора должны быть с хорошей термостабильностью, пленочные – WIMA и им подобные. Даже с китайскими сердечниками (6-7см длиной) чувствительность была 4-5 см на пятак.

Резистор R3 должен быть порядка 13к и при этом напряжение на выходе операционника около 1.5В. Если у вас 9к при том-же напряжении – это говорит о низкой начальной добротности колебательного контура, а это значит либо транзистор с низким коэффициентом усиления, либо резонансный конденсатор с большой утечкой, либо ферритовый стержень попался неудачный, либо железо есть у датчика...

Вобщем надо разбираться что гробит добротность...

Есть чем измерить частоту (осциллограф, частотомер с высокоомным входом)?

Если нет поиграйтесь номиналом C2 (попробуйте 1нФ заменить на 4.7нФ).

Если ничего не помогло попробуйте C1 100пФ чуть увеличить, скажем 220пФ это на тот случай если транзистор совсем "дубовый".

P.S. Если экранировали датчик фольгой – снимите её. Электростатический экран здесь не нужен т.к. мала площадь датчика, а вот добротность начальную он загробит хороше 😊

Через R5 идёт заряд C3 – автоподстройка рабочей точки. После приближения вплотную к датчику железяки – нажать кнопку быстрой баллансировки и всё.

По поводу дальнейших действий давайте так сделаем:

- Перво наперво вымыть плату спиртом от канифоли и хорошенько просушить (если нетерпиться можно феном для волос), плата должна былистеть и сиять.
- Второе – кондеры их всего два качество обоих очень влияет на конечный результат, что у вас запаяно не понатно – сделайте снимок платы чтоли...
- Питание – если обратили внимание на картинке маленькая такая батареечка на 12В – купить её не проблема. А с кроной у вас просто плывёт питание, на стабилизаторе 78L05 должно падать более 2.5В чтобы он мог стабилизировать питание. С учётом того что в земле стоит подставка в виде зелёного светодиода на котором падает 2.2В на выходе стабилизатора имеем 7.2В. Простая арифметика $2.5В + 7.2В = 9.7В$ то есть для того чтобы питание схемы было стабилизированным на вход стабилизатора должно приходить более 9.7В а у вас приходит менее 9В.

$R10=1k$ величина не критична лишьбы транзистор включения бузера открывался, $R6 = 10k$ либо $100k$ с первым быстрее балансируется со вторым точнее 😊 ставьте $10k$ как по схеме.

Для $C1$ важна как утечка так и термостабильность. Самый простой способ определения термостабильности – вовремя измерения емкости поднести к конденсатору паяльник (на 5..10 мм) и прогреть.

Число витков каждой из катушек около 120, провод одинарный.

Транзистор в генераторе большой роли не играет, чем больше усиление тем лучше, желательно иметь усиление не менее 250.

Чтобы не было проблем с фазировкой обмоток, мотаем первую обмотку делаем отвод и в том же направлении мотаем вторую обмотку. Таким образом имеем три вывода: начало, отвод и конец. Начало и конец без разницы в каком порядке подключать, а отвод на + питания. Эмиттер транзистора временно сажаем на землю через резистор 12кОм. Земляной щуп осциллографа цепляем на + питания, сигнальный на коллектор транзистора и убеждаемся что генератор работает. Если нет осциллографа то мультиметром меряем выпрямленное постоянное напряжение на $C4$ (не относительно земли а именно на ножках $C4$!). При поднесении любой железяки к датчику напряжение на $C4$ должно падать. Если это у вас получилось значит генератор работает.

Здесь не требуется точного соответствия числа витков обеих катушек.

Вопрос – ...чтоб получить в контрольной точке 1.5в пришлось ставить резистор на 3.1 ком вместо 10ком...

.как можно повысить еще чуйку?

- Чем меньше этот резистор тем хуже чувствительность. Даже с самыми плохими ферритовыми сердечниками ниже 10к не приходилось ставить. Обычно в

районе 12..13кОм.

Попробуйте проверить следующее:

1. Проблема с датчиком либо межвитковое замыкание, либо провод тонковат, либо резонансная ёмкость керамика а не плёнка, в резонансный контур надеюсь вы поставили 4.7нФ плёночный как я вам ранее порекомендовал.

2. Плохая ёмкость в интеграторе (с большой утечкой) на фото у вас кстати стоит керамика с ней чувства не добьётесь. Вы её поменяли на пленочный?

3. Плату начисто вымыть и хорошенько просушить.

Как на счёт конденсатора С3 в интеграторе (ёмкость 1мкФ)? По прежнему стоит керамика или заменили на плёночный? Здесь нужен качественный плёночный конденсатор (полипропилен). С керамикой либо электролитом чутья не будет!

С транзистором можете конечно поэкспериментировать, но думаю лучше не будет. Я ставил с усилением примерно 250..400.

Чутьё больше зависит от длины стержня. В вашем случае по моему стержень коротковат.

Я пробовал играть с числом витков и схемотехнически, но на много больше заявленных параметров не получилось.

В общем наверно стоит достигнуть удовлетворительного результата и довести конструкцию до рабочего прибора.

Правда один человек уверял что чутьё получил 9см на пятак, у меня такого результата никогда не получалось. Возможно он уменьшил напряжение на выходе операционника до нуля и лишил его возможности балансироваться с изменением температуры. А возможно дело в том что он датчик литцендратом мотал. Какая частота у него тоже не в курсе, если ёмкость как по схеме 1нФ то возможно дело в повышенной частоте.

R5 – влияет на скорость автобалансировки, слишком маленький – будет подрезать чутьё, слишком большой – не будет успевать балансировать. Ставьте порядка 1.5 – 3 МОм.

R6 – влияет на скорость ручной принудительной балансировки. Странно что у вас так долго получилось, обычно по включению нажимаешь кнопку и примерно через 3 секунды он балансируется.

– Возможно у вас R6 в обрыве либо кнопка не замыкается, потому как примерно за 30 секунд автобалансировка сама выводит ПП на режим.

– Посмотрите величину R6 (10к) и величину С3 (1 мкФ). Если ёмкость больше значит пропорционально надо уменьшать оба R5 и R6.

С2 – рекомендую увеличить, после чего проверьте напряжение на выходе интегратора (в состоянии баланса 1.5В) и при необходимости заново подберите R3.

С1 без разницы какой, керамика там прекрасно работает.

Проверьте реакцию на железки. При поднесении металлов к датчику напряжение на выводах С4 должно падать.

Конденсатор WIMA идеальный вариант, это очень хорошие немецкие конденсаторы. Его и оставьте в интеграторе.

По толщине провода катушки – 0.12 мм это наверно маловато, а 0.35 как раз то что надо.

Напряжение С7 значения не имеет. Лишь бы по габаритам устраивал.

Бuzzer (пищалка) должна быть активного типа (со встроенным генератором) иначе это просто К.З. по питанию и звука нет и батарейка будет садиться. Бuzzerы бывают двух типов с электромагнитным излучателем и с пьезо. Пьезо потребляют раза в 2..3 меньше но и в диаметре чуть побольше. Судя по картинке у вас электромагнитный излучатель. Так вот в точно таком корпусе бывают и пассивные и активные. Активные бывают на 5, 9 и 12 Вольт. В маркировке должны быть цифры вроде 05, 09 либо 12. Любые из них подойдут, но самые прожорливые 5-и вольтовые а самые менее прожорливые 12-и вольтовые. Убедится что у вас активный бuzzer очень просто – подаёте на него питание и если он пищит значит порядок, если молча жрёт ток – значит пассивный.

Реакция на металл должна быть. Это просто LC генератор да и только – работать он должен. Если нет реакции значит либо концы одной из обмоток поменять местами, либо с транзистором не порядок.

Питание будет зависеть от падения напряжения на зелёном светодиоде.

Стабилизатор 5В плюс падение 1.8 .. 2.2В. Так что 6.9 это нормальное напряжение.

Правильно собранная схема требует только подбора R3, и то только в том случае если параметры датчика отличаются.

Конденсатор С1 100нФ если транзисторы имеют усиление 700 и более, а если менее то 220нФ. Ставьте 220 с любым усилением транзистора должно работать.

R5 – 10M <- 1...2M Ом

C2 – 4,7 нФ <- 4.7...6.8нF

Проверить напряжение на выходе U1:В.

В отсутствие металла при нажатой кнопке балансировки должно быть 1.4 .. 1.6В. Иначе слеует подобрать R3.

Если не помогло – значит либо грязная плата, либо С3 с большой утечкой, плату вымыть спиртом либо ацетоном и хорошенько просушить.

Если ничего не помогло попробуйте увеличить R12 скажем до 220 Ом (чувствительность малость страдает при этом).

Вопрос – можно ли для катушек использовать провод 0.5мм ? Как это повлияет на работу прибора ?

- получится большая, тяжелая катушка, а параметры скорее всего улучшатся не значительно.

- Для этого, стабилизатор напряжения 78L05 нужно заменить на LOW DROP, например - LM2931-5.0. Но имейте в виду, что у большинства LOW DROP приличный стартовый ток через вывод "земли", и если что либо его ограничивает (например подсевшая батарея), то он просто не запускается и начинает прилично греться.

- Если маловат R3 то это может быть результатом отсутствия запаса на подстройку амплитуды генератора.

- Если вместо качественного полипропиленового на месте C3 стоит "то что было"

- то плывет напряжение на выходе интегратора U1:B.

- Не вымыта плата после пайки и по флюсу с окислами припоя текут токи утечки - отсюда и интегратор плывет по постоянной.

Еще как вариант:

- Если установлен на месте стабилизатора 78L05 лоу-дроп LM2931-5.0 и при этом подсевшая батарея то он просто не пускается, и питание схемы занижено. Вроде больше не чему не работать.

Вопрос - ...какое должно быть напряжение на выходе после стабилизатора?

- Чем больше тем лучше, но операционник при питании более 7В может выйти из строя. Практически при питании до 7.5В проблем не возникало.

В схеме в качестве индикатора питания а за одно и подставки используется зелёный светодиод. На зелёных светодиодах как правило падает 1.7 .. 2.3В, таким образом имеем

питание 6.7 .. 7.3 В.

Если питать планируете от кроны то LM2931-05, если от 12В батарейки той что на фото то LM78L05. Подойдут оба только смотрите внимательно у них порядок выводов разный.

Напряжение на выходе интегратора ниже 1.5В ставить не рекомендую т.к. на жаре будет всё ОК, а на холоде он будет непрерывно пищать т.к. не сможет сбалансироваться. Чтобы избежать неприятных сюрпризов - для проверки термостабильности засуньте пинпоинтер в холодильник (не в морозилку) на ночь а утром включите и убедитесь что он балансируется.

Феррит магнитопровод то теоретически где находится катушка на краю либо равномерно по всей длине - не имеет значения. Практически в этой ветке упоминалось что при намотке катушки у поискового конца стержня чувствительность получалась выше.

Чем длиннее стержень, тем выше индуктивность обмотки, следовательно тем выше добротность обмотки. Это легко проверить приставляя вторую половинку

сломанного ферритового стержня и измеряя добротность катушки на лабораторном RLC метре (я в этом лично убедился)

Практически у меня был опыт только с тремя типами стержней:

- СССР 100x10 мм, 70x8 мм

- Китай 80x10 со срезами до 8 мм с двух сторон, так вот при прочих равных условиях лучший результат был с 100x10мм стержнем, худшие с китайскими. Экспериментируя с другой версией ПП (последовательный резонанс) оказалось что катушка намотанная на коротком стержне одножильным проводом у поискового конца стержня имеет лучшие параметры, чем та что намотана на длинном стержне, равномерно по всей длине литцендратом. Так что не всё так тут и однозначно 😊 Экспериментируйте.

1.5V выставляется подстройкой R3 - **«при нажатой кнопке»**

Увеличением конденсатора C2 можно снизить частоту.

Пишет один из пользователей - схема рабочая и без гемороя настраивается, на TL072.

Я выкинул R6 и кнопку, C3 заменил на 100нан, R12 22 ома, R10 470 ом, R3 около 5,6 кома. Катушка феррит диаметр 10мм длина 100мм, намотка диаметр провода 0,3 по 200 витков (оказалось маловато) пришлось увеличить C1 200 пик, C2 6,8 нан (тем самым понизил частоту 21,5 кГц). Транзистор КТ3102 с усилением около 250. Ток потребления стал 7 мА в дежурном режиме, 14 мА при срабатывании (это с учетом что не нашел БУЗЕРА то слепил ген + усь к КАПСУЛЮ). Чуйка от 3 см до 9 см дальше идут наводки (зависит от настройки R3) .

Buzzer действительно в схеме указан 5-и Вольтовый. Практика показала что не принципиально какой на 5, 9 или 12 вольт. Все они работают довольно в широком диапазоне питающих напряжений. Да и батарейка та что на фото имеет большое внутреннее сопротивление, под нагрузкой напряжения проседает. Так что особо на этом моменте не зацикливайтесь.

Основная проблема этого пинпоинтера - это термостабильность.