Несмотря на огромное желание, прежде чем принять решение собирать прибор SURF PI PRO (или SURF PI), который является достаточно сложным электронным устройством, сначала хорошо подумайте, обладаете ли вы для этого необходимыми знаниями и практическим опытом в области радиоэлектроники, а также есть ли в наличии необходимое измерительное оборудование – мультиметр и осциллограф?

Если же примете такое решение, прежде внимательно ознакомьтесь cо всей веткой форума, с моими описанием работы принципиальной схемы SURF PI PRO (см. в папке aibo на стр. 47 форума) и советами по сборке и настройке прибора, приведенными ниже.

**Как правильно собрать и настроить прибор**

Рекомендую собирать прибор не сразу целиком, а в определенной последовательности отдельные его функциональные узлы, шаг за шагом проверяя их работу и, при необходимости, выполняя настройку. Это поможет избежать возможных ошибок, хорошо на практике изучить работу отдельных узлов, растянет время, при необходимости, на неизбежные затраты на покупку необходимых компонентов и будет способствовать хорошему настроению и оптимизму при сборке и настройке прибора.

Перед монтажом на плату, обязательно проводите с помощью мультиметра проверку всех используемых радиодеталей (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, диодов, транзисторов и т.д). При этом, особое внимание уделите деталям б/у. Но, детали все-таки желательно использовать новые. И только после этого выполняйте монтаж всех элементов и качественную пайку.

*Порядок сборки и настройки*

**Внимание! Все измерения мультиметром и осциллографом проводятся относительно земли и только в блоке коммутации на микросхеме 4093 – еще и относительно шины -5В. Будьте осторожны! При подключенной катушке-датчика через нее и транзистор IRF9640 может протекать хоть и импульсный, но большой ток в несколько ампер, а импульс самоиндукции достигать значений напряжения более 100 В.**

1. Собрать узел источника питания +12 В (диод D6, конденсатор С2, а также

рекомендуемые мной (см. рис. 1 во вложении ) параллельно ему еще один конденсатор (1000 мкФ х 25 В) и последовательно с ними дроссель (200 мкГн на ток не менее 0,5 А).

1. Собрать узел на микросхеме 555 (резисторы R1, R2, конденсаторы С1, С16, не забыв поставить керамический блокировочный конденсатор 0,1 мкФ между выводами 1 и 8 (см. во вложении раздел «Блокировочные конденсаторы»).
2. Проверить в соответствии со схемой правильность и надежность соединений,

«прозвонив» их с помощью мультиметра. **Обязательно делать это и в** **дальнейшем!**

1. Подключить батарею питания +12 В.
2. С помощью осциллографа проверить наличие на выводе 3 микросхемы 555

четких прямоугольных импульсов отрицательной полярности , амплитудой около 12 В, длительностью около 50 мкс и частотой около 600 Гц (у меня 610 Гц). После чего временно отключить батарею питания 12В.

1. Собрать узел питания +5В (микросхема 7805, конденсатор С13). Подключить его в соответствии со схемой к источнику питания +12 В. Подключив батарею питания +12 В, проверить с помощью мультиметра наличие на выводе 1 микросхемы 7805 напряжение +5 В. Отключить батарею питания +12 В.
2. Собрать узел источника питания -5В (микросхема 7660, С14, С15 и керамический блокировочный конденсатор между выводами 3 и 8 (см. раздел «Блокировочные конденсаторы»)). В соответствии со схемой соединить вывод 8 микросхемы 7660 с выводом 1 микросхемы 7805, а также через диод D4 и резистор R17 с выводом 3 микросхемы 555. Вывод 7 микросхемы 7660 должен быть соединен с точкой соединения резистора R17 и диода D4. Подключить батарею питания +12 В. С помощью мультиметра проверить наличие на выводе 5 микросхемы 7660 напряжение -5В. Оно должно быть практически равным -5В, т.к. нагрузки пока практически нет, и КПД микросхемы 7660 приближается к 100%. Отключить батарею питания +12В.
3. Собрать узел на транзисторе 2N3906 (транзистор 2N3906, резисторы R3 (1,5 кОм), резисторы в цепях эмиттера и коллектора по 100 Ом (см. раздел « Дополнительные изменения…» во вложении). Подключить его к шинам питания +12В и -5В и через резистор R3 к выводу 3 микросхемы 555.

Подключить батарею питания +12В и с помощью осциллографа на коллекторе

транзистора 2N3906 проверить наличие четких прямоугольных импульсов, аналогичных по длительности и частоте импульсам на выводе 3 микросхемы 555, но уже положительной полярности и амплитудой не более 5 В (напоминаю, что измерения проводятся относительно земли). Отключить батарею питания +12В.

1. Собрать узлы на транзисторе IRF9640 (транзистор IRF9640, резистор R6 (подключается временно из-за его возможной подстройки)) и ОУ 5534 (ОУ 5534, резистор R7, диоды D1, D2, конденсаторы С3 (блокировочный),С4 резисторы R8,R9, R11,R12 и R10 (Offset)). В качестве последнего, установив его движок в среднее положение, необходимо использовать многооборотный (11 оборотов) металлокерамический подстроечный резистор (например, типа 3266W-104LF, Bourns). Между выводами 2 и 3 ОУ 5534 рекомендую подключить керамический конденсатор с малой емкостью 100 пФ. **Катушка-датчик пока не подключается**. Подсоединить затвор (G) транзистора к выводу 3 микросхемы 555. Подключить узлы в соответствии со схемой к шинам питания +12В, +5В и -5В. Подключить батарею питания +12В. С помощью осциллографа наблюдать на выводах 3 и 6 ОУ 5534 четкие прямоугольные импульсы положительной полярности (относительно земли), аналогичные по длительности и частоте импульсам с выхода 3 микросхемы 555, но амплитудой соответственно около 1 В (на выводе 3 ОУ 5534) и около 5В (на выводе 6 ОУ 5534). Если импульсы размытые, то это свидетельствует, скорее всего, (при отсутствии ошибок в сборке и применении исправных деталей) о наличии самовозбуждения ОУ, при этом существенно возрастает ток, потребляемый от батареи питания. Проверьте с помощью осциллографа наличие четких постоянных уровней напряжений питания ОУ 5534 +5В и -5В соответственно на выводах 7 и 4 ОУ. Мультиметром измерьте напряжения питания ОУ на выводе 7 (+5В) и на выводе 4 (не менее -4,6В). Отключите батарею питания и еще раз проверьте качество монтажа (надежность пайки, отсутствие микроперемычек и т.д.). При правильной сборке самовозбуждения не должно быть. Для данного ОУ в этой конструкции дополнительной частотной коррекции, которая ухудшила бы чувствительность прибора, как правило, не требуется. Рекомендую только в качестве ОУ 5534 использовать эту микросхему с дополнительной буквой А, т.е. 5534A, обладающей улучшенными характеристиками. Устранив возможное самовозбуждение, отключите батарею питания.
2. Временно отсоединить затвор (G) транзистора IRF9640 от вывода 3 микросхемы 555. Подключить затвор (G) к истоку (S) или шине питания +12В., тогда ключ на этом транзисторе будет закрыт также , как в отсутствие сигнала на входе ОУ 5534.

Расположить катушку-датчик (см. раздел «Катушка-датчик…» во вложении) на горизонтальной поверхности. Если настраиваете прибор в комнате, в городских условиях,( но только не на кухне), то именно так, чтобы в пределах более метра от нее не было металлических предметов или стен со скрытой электропроводкой. Это касается и пола и потолка комнаты, поскольку они, как правило, бетонные и содержат железную арматуру. В качестве подставки можно использовать, например, картонную коробку подходящих размеров, но она не должна содержать металлических скрепок. По возможности, выключите бытовые радиоэлектронные и электроприборы, в том числе сотовые телефоны. **Подключите катушку-датчик к прибору**.

1. Подключите мультиметр к выводу 6 ОУ5534 и батарею питания +12В. Прогрейте прибор в течение нескольких минут. Затем, медленно перемещая движок подстроечного резистора «Offset» в ту или другую сторону, установите напряжение постоянного тока, практически равное нулю. Чтобы избежать влияния руки, настройку лучше выполнять с помощью керамической отвертки. Отключите батарею питания. Верните затвор (G) в исходное положение, соединив его с выводом 3 микросхемы 555. Снова подключите батарею питания. С помощью осциллографа на выводах 3 и 6 ОУ 5534 можно наблюдать сигналы как в предыдущем пункте 9, с той лишь разницей, что появляется отрицательная составляющая сигнала, представляющая собой импульс самоиндукции. На крыльях сигнала переходящих в ноль появятся хаотичные импульсы малой амплитуды (около 250 мВ), которые можно хорошо рассмотреть при установлении большой чувствительности осциллографа. Это и есть импульсы фона и это нормально, ведь Вы подключили к прибору катушку-датчик, представляющей собой широкополосную антенну. Визуально убедитесь в том, что положительная и отрицательная составляющая по амплитуде почти симметричны относительно нуля. Почти из-за того, что отрицательная составляющая ограничивается не напряжением питания -5В, а близким к нему, но не менее -4,6В. Импульс самоиндукции может иметь вид со «звоном». Он может быть разным (см. ветку форума и вид у меня на рис.4 вложения).
2. Для устранения «звона». Отключите батарею питания. Вместо резистора R6 подпаяйте проволочный переменный резистор мощностью более 2 Вт и сопротивлением от 600 до 1000 Ом. Я использовал отечественный проволочный резистор СП5-30, 15Вт сопротивлением 680 Ом. Установите движок резистора в среднее положение. Включите батарею питания. Наблюдая по осциллографу форму импульса самоиндукции на выводе 6 ОУ5534 и медленно двигая движок в ту или иную сторону устраните «звон». Формы импульса в моей конструкции до настройки, со «звоном» и после ее, без «звона» приведены на рис. 4 во вложении. Отпаяйте переменный резистор, мультиметром замерьте его сопротивление. Подберите постоянный резистор с сопротивлением, возможно близким к этому значению, мощностью не менее 0,5 Вт и установите его в качестве R6. У меня получилось сопротивление около 135 Ом, я его составил из двух параллельно включенных резисторов МО-50 (С2-23) 0,5 Вт сопротивлением 270 Ом каждый. Проверьте наличие и подстройте, при необходимости, ноль на выводе 6 ОУ 5534 согласно пунктам 10 и 11. Отключите батарею питания. Катушку-датчик тоже можно пока отключить.
3. Собрать узел на микросхеме 4093 (микросхема 4093, конденсаторы С9 – С12,

резисторы R25, R26, R28, R29, блокировочный конденсатор 0,1 мкФ между выводами 7 и 14, переменный резистор Р3 (100 кОм) и подстроечный Р4 (50 кОм, многооборотный металлокерамический) (см. рис. 2 во вложении). Движки последних выставить в нижнее по схеме положение. Соединить левый вывод конденсатора С9 с коллектором транзистора 2N3906. Подключить батарею питания. Мультиметром проверить наличие напряжений относительно земли на выводах 14 (+5В) и 7 (не менее -4,6 В). С помощью осциллографа относительно шины -5 В проверить (в соответствии с рис. в папке aibo на стр. 47 форума) наличие импульсов прямоугольной формы положительной полярности и амплитудой около 10 В на выводах 10, 3, 4 и 11 микросхемы 4093. На выводах 3 и 4 они должны быть равны по длительности.

В противном случае, подбором сопротивления резистора R26 или R29 добейтесь равенства длительностей этих импульсов. Перемещая движки резисторов Р3 и Р4 из нижнего положения вверх, убедитесь с помощью осциллографа, что длительность положительного прямоугольного импульса на выводе 10 изменяется в сторону увеличения, что свидетельствует о работоспособности регулятора задержки «Delay». Отключить батарею питания.

1. В соответствии со схемой собрать узел на микросхеме 4066. Собрать узлы на двух ОУ микросхемы 358. Скорректируйте обвязку ОУ в схеме дифференциального интегратора в соответствии с разделом «Дополнительные изменения…» во вложении. Подключить блокировочные по питанию керамические конденсаторы (0,1 мкФ) между выводами 14 и 7 микросхемы 4066 и между выводами 4 и 8 микросхемы 358. Выполнить и проверить соединения с другими уже собранными блоками. Скорректировать схему для увеличения глубины регулировки порога чувствительности «Threshold» в соответствии с схемой на рис.3 (см. вложение). Микроусилитель мощности МС34119 (см. мою схему во вложении на стр. 48 форума) пока не собирать и не подключать. Подключить катушку- датчик и расположить ее как в пункте 10. Подключить батарею питания. Мультиметром проконтролировать наличие напряжений относительно земли на выводах 14 (+5В) и 7 (не менее -4,6В) микросхемы 4066, а также на выводах 8 (+5В) и 4 (не менее -4,6В) микросхемы 358. Отключить батарею питания. Отключить катушку-датчик.
2. Собрать и подключить микроусилитель мощности на микросхеме МС34119 (в соответствии с моей схемой во вложении на стр. 48 форума). Подключить блокировочный по питанию керамический конденсатор (0,1 мкФ) между выводами 6 и 7 микросхемы. Подключить к выводам 5 и 8 наушники или динамик сопротивлением от 8 до 100 Ом.
3. Подсоединить катушку-датчик, расположить ее как в пункте 10. Движки переменного и подстроечного резисторов регулировки «Delay» установить в нижнее положение. Движки переменного резистора «Threshold» и «Volume» также перевести в нижнее положение. Регулятор громкости «Volume»

в моей схеме совмещен с выключателем питания прибора. Движок регулятора «Gain» установить в верхнее положение, что соответствует максимальной чувствительности прибора.

1. Приступить к окончательной настройке прибора. Подключить батарею питания

(в моей схеме с помощью выключателя, совмещенного с регулятором громкости). Регулятор громкости «Volume» установить в среднее положение.

Медленно перемещая движок регулятора «Threshold» в верхнее положение, добиться звукового прерывистого сигнала, затем, медленно перемещая его в обратную сторону, добиться его полного исчезновения или его появления время от времени. Взять в руку небольшую монету (я использовал 10 копеек России из медно-цинкового сплава диаметром 17,5 мм и толщиной 1,25 мм) и начать манипуляции с ней, периодически приближая и удаляя ее вверх-вниз от катушки-датчика. Это необходимо потому, что прибор рассчитан на работу только в так называемом динамическом режиме. С помощью отвертки (лучше керамической) начать медленно переводить движок подстроечного резистора (50 кОм) «Delay» в верхнее положение, т.е. увеличивать время задержки до появления прерывистого сигнала при приближении монеты к катушке-датчику. Добиться, чтобы прерывистый сигнал не пропадал даже при приближении монеты вплотную к катушке-датчику. Это положение подстроечного резистора будет соответствовать максимальной чувствительности прибора. Расстояние, когда прибор уверенно регистрирует монету 10 копеек России, у меня составило 22 см при проверке в городской квартире и достигало 25 см при испытаниях за городом. Необходимо отметить, что чувствительность прибора при использовании наушников вместо динамика, как у меня, будет, естественно, еще выше, т.к. будут отсутствовать посторонние шумы. Регулятор «Threshold» также, но в небольшой степени влияет на чувствительность прибора. Чувствительность при положении его движка, когда совсем пропадает прерывистый сигнал (см. выше), ниже, чем, когда он изредка появляется.

Для проверки работы регулятора чувствительности «Gain», перемещая его движок в нижнее положение, убедитесь в уменьшении расстояния катушки-датчика до монеты, когда еще слышен прерывистый сигнал. По увеличению или уменьшению громкости регулятором «Volume» убедитесь в его работоспособности. Проверку грубой регулировки «Delay» с помощью переменного резистора (100 кОм) (он у меня выведен на лицевую панель) удобно осуществить в условиях городской квартиры. Установите движок регулятора «Gain» в верхнее положение, т.е. максимальной чувствительности. В нижнем положении движка грубой регулировки «Delay», т.е. при минимальной задержке, прибор будет чувствовать железную арматуру в полу на расстоянии около 80-90 см и монету на расстоянии, указанном выше. В верхнем положении

(максимальная задержка) - прибор будет чувствовать арматуру на расстоянии около 15см и монету уже только с около 3 см.

Работу прибора при манипуляции с монетой можно посмотреть на видео, представленным на стр.20 форума сербским радиолюбителем.

1. В случае применения повышающего DC-DC преобразователя и индикатора разряда батареи питания (схемы см. во вложениях на стр. 47 и стр. 48 форума) при исправных деталях и отсутствии ошибок в монтаже их настройка не требуется. Кроме подбора резистора, задающего ток через светодиод, в случае использования другой микросхемы из ряда КР1171СПхх или применения другого светодиода. Но, основную настройку по приведенным выше пунктам лучше выполнить сначала от батареи питания +12В, а затем провести проверку работы прибора при питании от повышающего DC-DC преобразователя и убедится в том, что никакого влияния на нее он не оказывает.

В заключение хочу отметить, что данные советы адресованы, прежде всего, именно начинающим радиолюбителям, рискнувшим повторить прибор. Опытные радиолюбители могут собирать его сразу целиком или по любым частям, как душе угодно. Но, проверку и настройку прибора все равно придется проводить последовательно по отдельным функциональным узлам.