

Внешний вид:

**Описываемый ниже прибор измеряет:**

ESR электролитических конденсаторов

Ёмкость электролитических конденсаторов

Ёмкость неэлектролитических конденсаторов

Индуктивность

Частоту

Напряжение питания прибора

Ток потребления

– 0 – 50 Ом

– 0.33 – 60 000 мкФ

– 1 пФ – 1 мкФ

– 0.1 мкГн – 1 Гн

– до 50 МГц

– батарея 7 – 9 В

– 15 – 25 мА

**Дополнительные функции:**

- В режиме ESR можно измерять постоянные сопротивления 0.001 – 100 Ом, измерение сопротивления цепей, имеющих индуктивность или ёмкость, невозможно (т.к. измерение производится в импульсном режиме и измеряемое сопротивление шунтируется). Для корректного измерения таких сопротивлений

необходимо нажать кнопку «+» (при этом измерение производится при постоянном токе 10мА). В этом режиме диапазон измеряемых сопротивлений равен 0.001 – 20Ом.

- В режиме частотомера при нажатой кнопке «Lx/Cx\_Px» включается функция «счетчик импульсов» (непрерывный счёт импульсов поступающих на вход “ Fx “). Обнуление счетчика производится кнопкой «+».

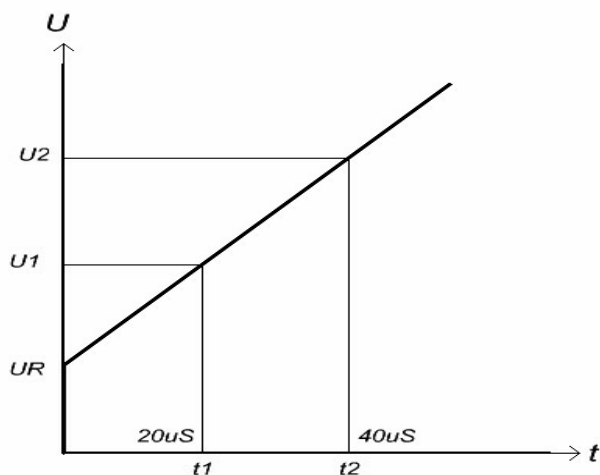
- Индикация разряда батареи.

- Автоматическое отключение - около 4х минут. По истечении времени простоя ~ 4мин, загорается надпись "StBy" и в течении 10 сек, можно нажать кнопку "+" и продолжится работа в том же режиме.

### Принцип работы:

Измерение ESR:

На предварительно разряженный измеряемый конденсатор, подключается источник тока на время 20мкс, и напряжение “U1” измеряется АЦП микроконтроллера. Далее конденсатор разряжается и производится второе точно такое же измерение с временем заряда 40 мкс “U2”.



На основании этих двух измерений, математическим путём, микроконтроллер вычисляет последовательное сопротивление.

$$U_2 - U_1 = U_{зар}. \quad U_1 - U_{зар} = U_R \quad U_R / I = R$$

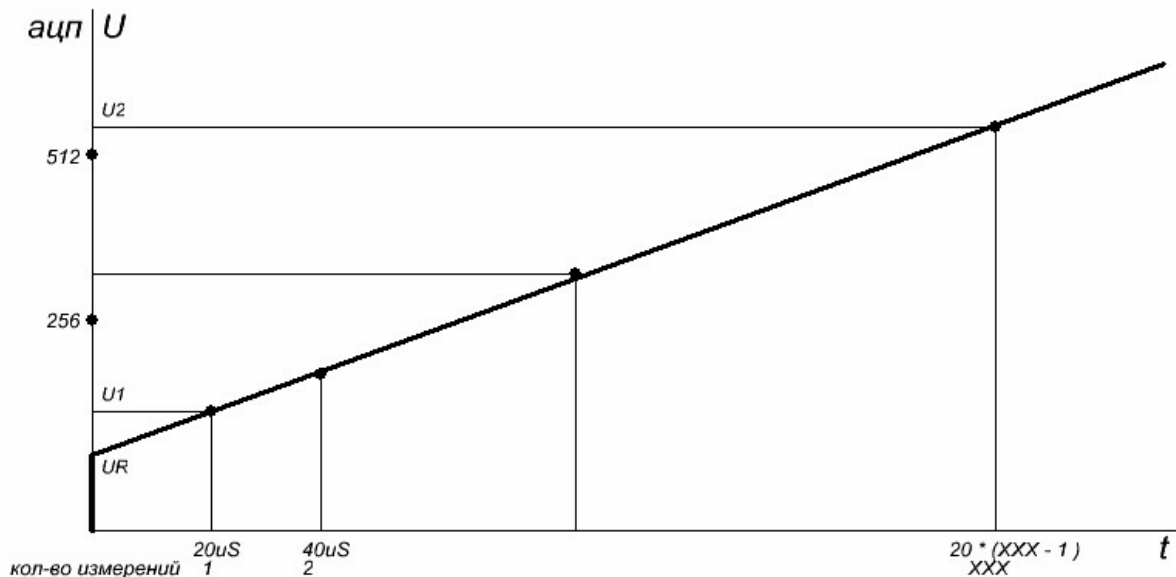
Из величины  $U_{зар}$  – вычисляются малые ёмкости.

При измерении сопротивлений ниже 1.5 Ом, производится 50 циклических измерений за ~ 0.3 сек. и по результатам усреднения, выводится результат. Это позволило использовать, паразитный уровень шума, присутствующий на входе, для повышения разрядности показаний до 0.001 Ом.

Большие ёмкости измеряются многократными, через 20мкс, измерениями АЦП при заряде конденсатора,  $I=10\text{mA}$ , до уровня АЦП- 512. Выглядит это примерно так:

На предварительно разряженный измеряемый конденсатор, подключается источник тока  $I=10\text{mA}$  и через 20мкс производится первое измерение  $U_1$ . Далее через каждые 20мкс, производятся циклические измерения и считается кол-во измерений. При превышении уровня АЦП – 512, фиксируется значение  $U_2$ , и на основании данных измерений вычисляется ёмкость.

$$U_2 - U_1 = U_{зар}. \quad (\text{кол-во измер.} - 1) * 20\text{мкс} = t \quad I * t / U = C$$



При этом через 256 циклов, контроллер проверяет, если увеличения напряжения нет, дальнейший заряд не производится, и выводится только значение сопротивления, так как к шупам подключен резистор. Измерение LCF - принцип работы позаимствован у измерителя FLC, Александра Бувеского <http://amatar.by/index.php?name=News&op=view&id=87>

### Как пользоваться прибором.

Включение/ выключение – кратковременное нажатие кнопок “on/off”.

Переключение режимов – “ESR/C\_R” – “Lx/Cx” – “Fx/Px” – кнопкой “SET”.

После включения прибор переходит в режим измерения ESR/C. В этом режиме производится одновременное измерение ESR и ёмкости электролитических конденсаторов или постоянных сопротивлений 0 – 100 Ом. При нажатой кнопке «+», измерение сопротивлений 0.001 – 200 Ом, измерение производится при постоянном токе 10мА.

Щуп должен находиться в верхнем гнезде.

Через некоторое время, щупы окисляются и для восстановления надёжного контакта, достаточно протереть кончик, мелкой наждачной бумагой.



Установка нуля. Эта процедура, необходима, каждый раз при замене щупов или при измерении с помощью адаптера. Установка нуля производится автоматически, по нажатию соответствующих кнопок. Для этого замыкаем щупы, нажимаем и удерживаем кнопку “-”. На дисплее появится значение АЦП без обработки. Если значения на дисплее отличаются более +/-1, нажать кнопку “SET”, и запишется правильное значение “EE>xxx<”. См. фото:



Замыкаем контакты для установки нуля.

Если эти значения отличаются более чем на +/- 1, нажать кнопку "SET".

Для режима измерения постоянных сопротивлений, также необходима установка нуля. Для этого замыкаем щупы, нажимаем и удерживаем кнопки "+" и "-". Если значения на дисплее отличаются более +/-1, нажать кнопку "SET", и запишется правильное значение "EE>xxx<". См. фото:



Так выглядит измерение ESR и ёмкости электролитических конденсаторов.

Исправный конденсатор:



Неисправный конденсатор:



Так выглядит измерение сопротивлений

На входе присутствуют импульсы заряда – измерение сопротивления цепей имеющих индуктивность или ёмкость, не возможно. Измерение сопротивлений 0.001 – 100Ом,



При нажатой кнопке «+», измерение сопротивлений 0.001 – 200Ом,

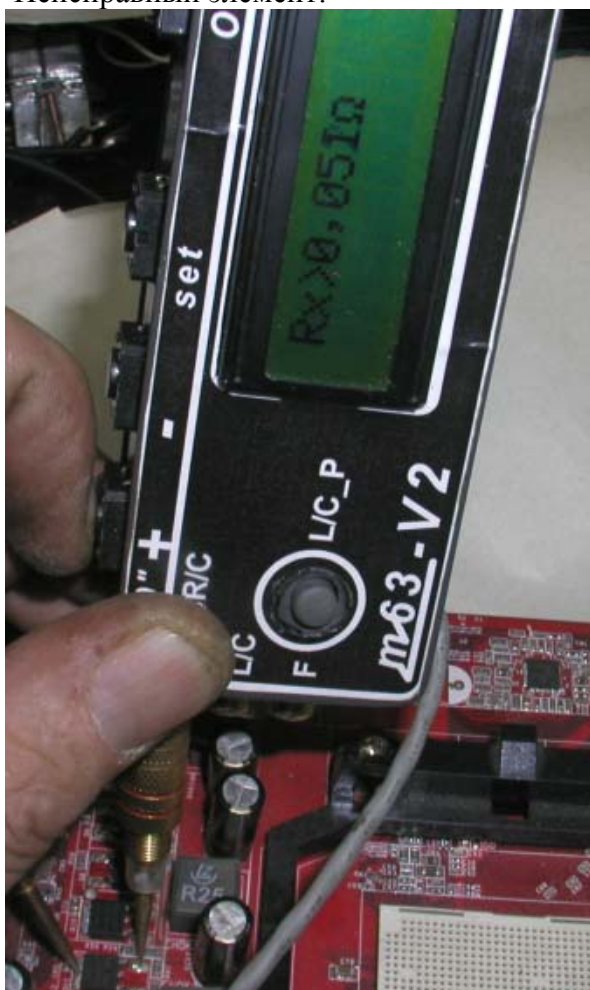
на входе нет импульсов заряда, измерение производится при постоянном токе 10мА – возможно измерение сопротивления цепей, имеющих индуктивность или ёмкость.



---

Из множества, включенных параллельно элементов, по наименьшему сопротивлению можно определить элемент имеющий короткое замыкание.

Неисправный элемент:



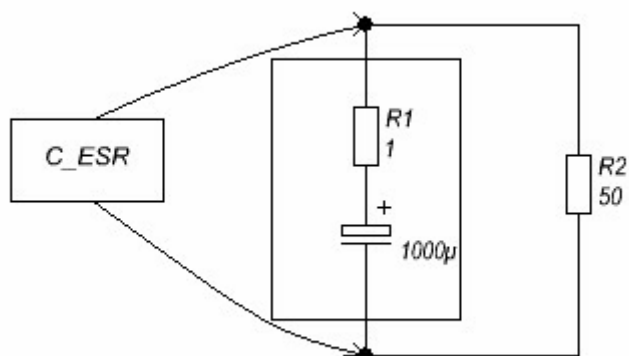
Исправный элемент:



Подобные измерения следует производить при нажатой кнопке “+”.

---

Немного примеров по внутрисхемным измерениям  $R_{ESR}$  (для ремонтников). При шунтировании конденсатора 1000мкФ с ESR 1ом, резистором 50Ом, показания ESR уменьшается незначительно, показания ёмкости увеличиваются на 15%. Если выпаяный конденсатор показывает ёмкость значительно выше номинала, перепроверить обычным тестером на утечку.



---

При шунтировании конденсатора 1000мкФ с ESR 1ом, керамическими конденсаторами



Следует помнить, что внутрисхемные измерения не могут дать стопроцентного результата, но во многих случаях могут значительно сэкономить время.

\*\*\*\*\*

### Измерение ёмкости неэлектролитических конденсаторов и индуктивности.

Нажимаем кнопку “SET“, в зависимости от положения переключателя “L/C\_P”, включается режим измерения не электролитических конденсаторов или индуктивности. Щуп подключаем в среднее гнездо. Установка нуля – нажатие на ~2 сек кнопки “+“. При этом в режиме измерения ёмкости щупы должны быть разомкнуты, а в режиме измерения индуктивности щупы замкнуть.

Так выглядит измерение ёмкости неэлектролитических конденсаторов.







Так выглядит измерение индуктивности .





\*\*\*\*\*

### Измерение частоты, счётчик импульсов.

Нажимаем кнопку “SET“, в зависимости от положения переключателя “L/C\_P”, включается частотомер или счётчик импульсов.

Щуп подключаем в нижнее гнездо.

При измерении цифрового сигнала, переключить входной делитель в положение “1 : 4”.



Так выглядит измерение частоты:

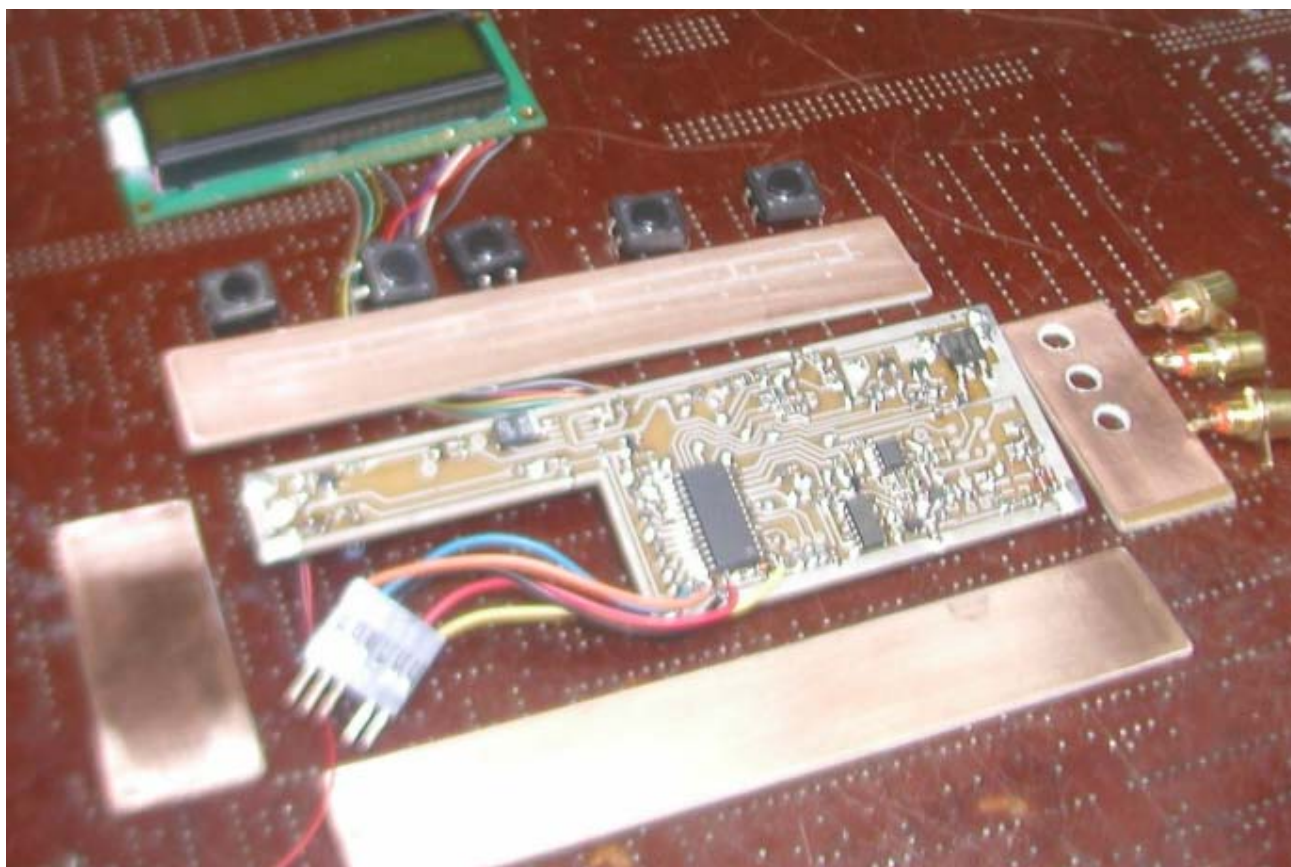


Так выглядит счётчик импульсов:



\*\*\*\*\*

## Конструкция и детали:



Печатная плата выполнена из двустороннего стеклотекстолита. Одна из сторон выполняет роль экрана с перемычками. Если нет возможности изготовить двустороннюю печатную плату, можно оставить вторую сторону с фольгой, а перемычки выполнить обычными проводниками, предварительно убрав фольгу в местах переходов. Одновременно печатная плата служит основанием для корпуса. По периметру платы припаяны полоски стеклотекстолита шириной 21мм. Крышки сделаны из чёрной пластмассы.

Крепление верхней крышки:



Крепление нижней крышки:





Сверху расположены кнопки управления, а спереди припаяны три гнезда типа «ТЮЛЬПАН» для съёмного щупа.



Конструкция щупа:

В качестве щупа, использован металлический штекер типа «тюльпан». К центральному выводу припаяна игла. Боковой уплотнитель – чехол от одноразового шприца. Из доступного материала для изготовления иглы можно использовать латунный стержень диам. 3мм. Через некоторое время, игла окисляется и для восстановления надёжного контакта, достаточно протереть кончик, мелкой наждачной бумагой.



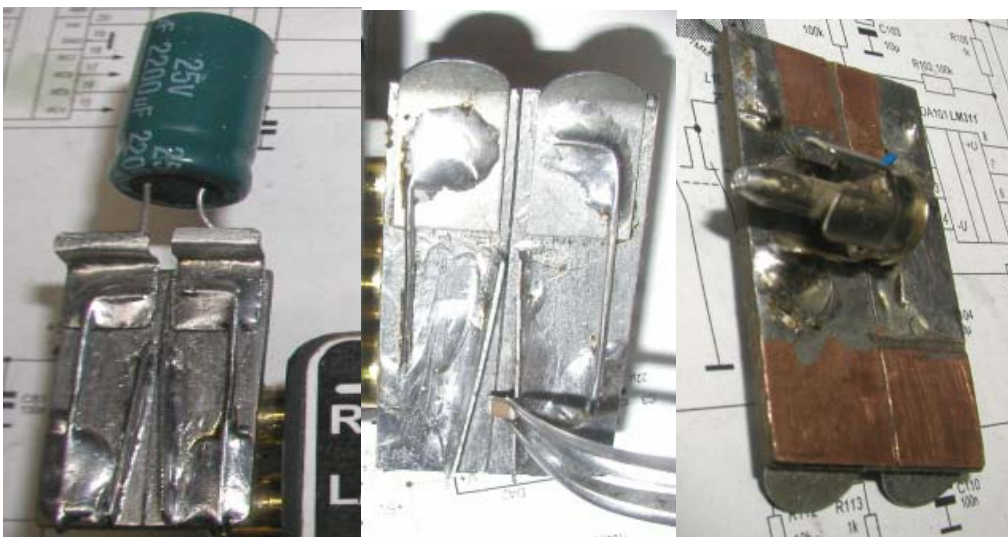


При измерении ESR, щуп должен находиться в верхнем гнезде, Lx/Cx – средне гнездо, измерение частоты – нижнее гнездо.

Для удобства измерения, рекомендую изготовить подобный адаптер:



металлическая пластинка, на фото сверху, для замыкания “щупов”, при установке нуля.



Детали:

ЖК - индикатор на основе контроллера HD44780, 2 строки по 16 знаков или 2 строки по 8 знаков.

Транзистор PMBS3904 - любой N-P-N, близкий по параметрам..

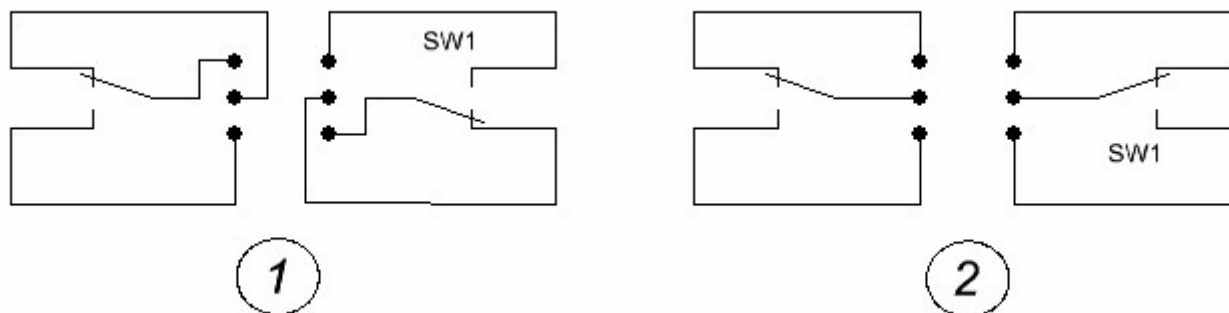
Транзисторы BC807 - любые P-N-P, близкие по параметрам.

Полевой транзистор P45N02 – подходит практически любой из мат. платы компьютера.

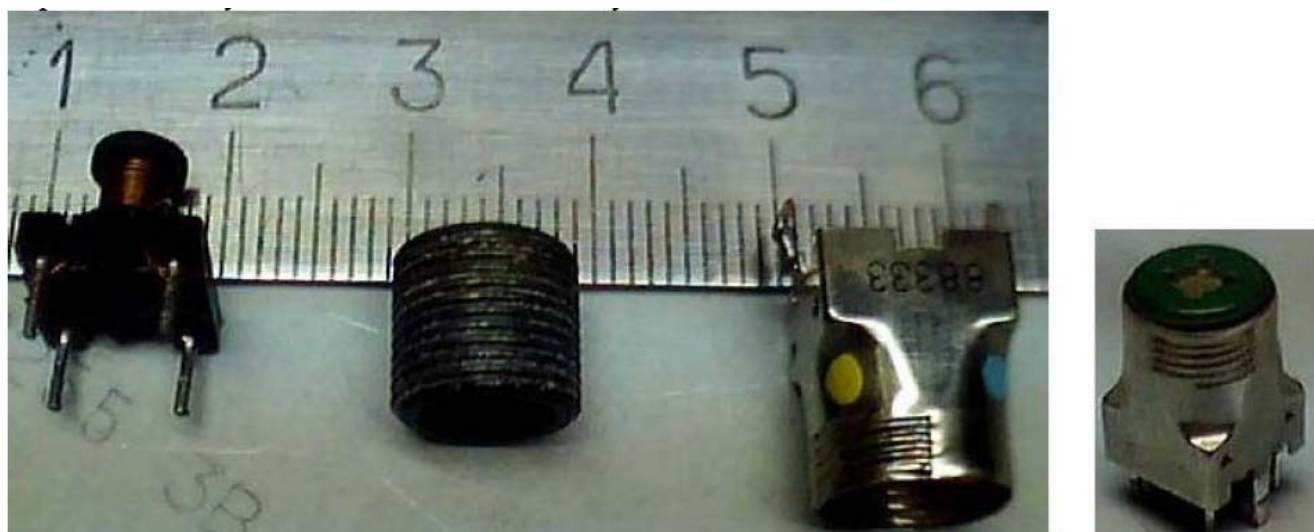
Резисторы в цепях стабилизаторов тока и DA1. –R1,R3, R6, R7,R13, R14,R15, должны быть такими как указано на схеме, остальные можно близкими по номиналу.

Резисторы R22,R23, в большинстве случаев не нужны, при этом вывод «3» индикатора следует подключить к корпусу – это будет соответствовать максимальной контрастности индикатора.

SW1- обратите внимание на распиновку.



По умолчанию, разводка сделана под переключатель рис 1.  
 Если будет применяться переключатель рис 2, на печатной плате есть "пятики", для перекоммутации.  
 L101 – должен быть обязательно подстраиваемый, 100мкГн при среднем положении сердечника.



На каркасе изображённом выше (ферритовый сердечник, с веру ферритовая чашка )  
 55 витков провод диаметром 0,2.

C101- 430 – 650пФ с низким ТКЕ, К31-11-2-Г - можно найти в КОС отечественных телевизоров 4-5 поколения ( КВП контура ).

C102, C104 4–10мкФ SMD-можно найти в любой старой компьютерной материнской плате Пентиум-3 возле процессора, а также в боксовом процессоре Пентиум-2.

DD101- 74HC132, 74HCT132, 74AC132- также применяются в некоторых мат. платах.

BF998 - можно найти в СКВ, телевизоров и видеомагнитофонов ГРЮНДИК .

Настройка:

Установка нуля. Для этого замыкаем щупы и нажимаем и удерживаем кнопку S3 “-”.

На дисплее появится значение АЦП без обработки.



фото 1.

Первые три цифры – это значение АЦП с зарядом 20мс. Вторые три цифры – это значение АЦП с зарядом 40мс. EE – значение установки нуля записанное в EEPROM.

Построечным резистором R9, установить значение близкое к «20».

Если построечный резистор находится в крайнем положении, а данное значение выставить не возможно, добавить R11 на +5V и убрать перемычку с крайнего вывода R9 на корпус.

На печатной плате есть необходимые контакты. Также, данная проблема может быть решена, заменой TL082 из другой партии.



В дальнейшем подстройка R9, не требуется.

Далее необходимо произвести программную коррекцию нуля.

Для режима ESR –

Для этого надёжно замыкаем щупы и нажимаем и удерживаем кнопку S3 “-”.

На дисплее появится значение АЦП без обработки фото 1. Дождаться стабильного показания и нажать кнопку S1 “ SET “ для записи в EEPROM.

Нестабильность показаний +/- 1 .

Для режима R –

Нажимаем одновременно и удерживаем кнопки S2 “+” и S3 “-”.



Дождаться стабильного

показания и нажать кнопку S1 “ SET “ для записи в EEPROM.

Далее подключением резисторов ~1ом, ~10 ом , ~40 ом проверить правильность показаний.

На этом этапе настройки точность показаний не должна быть более 10% . Если это не так проверить правильность работы стабилизаторов тока. Для этого нажимаем и удерживаем кнопку S1 “ SET “ и включаем питание. Прибор включится в режим диагностики.



Подключаем миллиамперметр к щупам прибора, ток должен быть ~10мА ( в контрольном приборе 10.3 мА). Нажимаем кнопку S2 “ + “ включится ~2мА( в контрольном приборе 1.9 мА).

Ещё раз нажимаем кнопку S2 “ + “ включится проверка работы полевого транзистора, миллиамперметр должен показывать 1сек – 10мА , 1 сек – 0мА. Если данные значения значительно отличаются, устранить неисправность.

Точная подстройка производится следующим образом:

Нажимаем и удерживаем кнопку S2 “ + “ и включаем питание. Прибор переходит в режим подстройки измерения сопротивлений. Подключаем сопротивление 0.5-1ом, кнопками S2 “ + “ S3 “ - “ устанавливаем точное значение и записываем коэффициент кнопкой S1 “ SET “.



Далее подключаем 5-10ом и также настраиваем и записываем (2й диапазон).

Далее подключаем 30-50ом и также настраиваем и записываем (3й диапазон).

Точная подстройка ёмкости следующим образом:

Нажимаем и удерживаем кнопку S3 “ - “ и включаем питание. Прибор переходит в режим подстройки измерения ёмкости. Настройка производится так же, как и для сопротивлений.

Рекомендуемые ёмкости для настройки:

1мкФ - 1й диапазон.

10мкФ - 2й диапазон.

1000мкФ - 3й диапазон.

## Настройка LC:

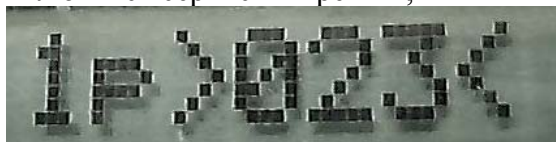
Подключить и замерять образцовую ёмкость. Построечным сердечником L101 настроить правильное показание.

Последовательность подстройки следующая: повернуть сердечник, затем кнопкой "+" установить нуль (нажать и удерживать несколько секунд), подключить и замерять образцовую ёмкость. Рекомендуемая ёмкость для настройки 1000 – 6000 пф.

При этом изменятся и показания Lx.

Для более точной подстройки Lx, Cx в уже собранном приборе, имеется программная подстройка (нажать и удерживать 5сек., кнопку S3 “ - “).

Последовательность подстройки следующая: нажать и удерживать 5сек., кнопку S3 “ - “ и включится сервисный режим,



для Cx



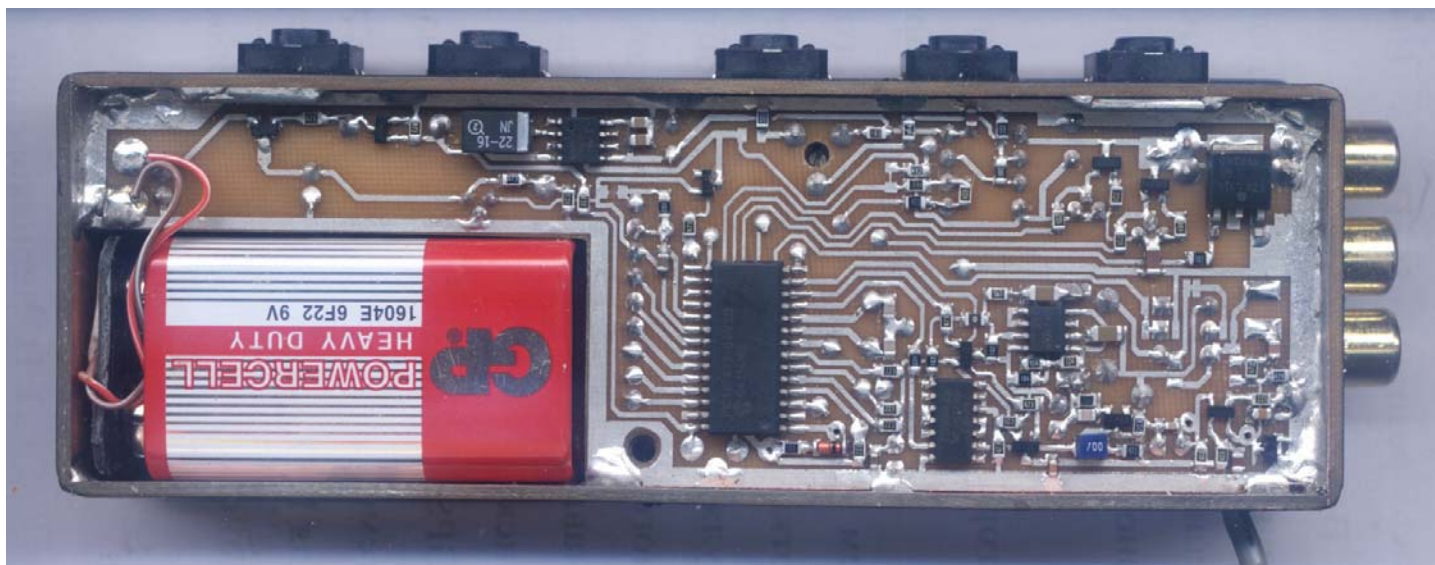
для Lx

изменить значение на предполагаемую величину и записываем кнопкой S1 “ SET “.

Затем кнопкой "+" установить нуль (нажать и удерживать несколько секунд), подключить и замерять образцовую ёмкость или индуктивность. Для режима Cx, нуль устанавливается с разомкнутыми щупами, для режима Lx, с замкнутыми.

\*\*\*\*\*

Вид печатной платы:

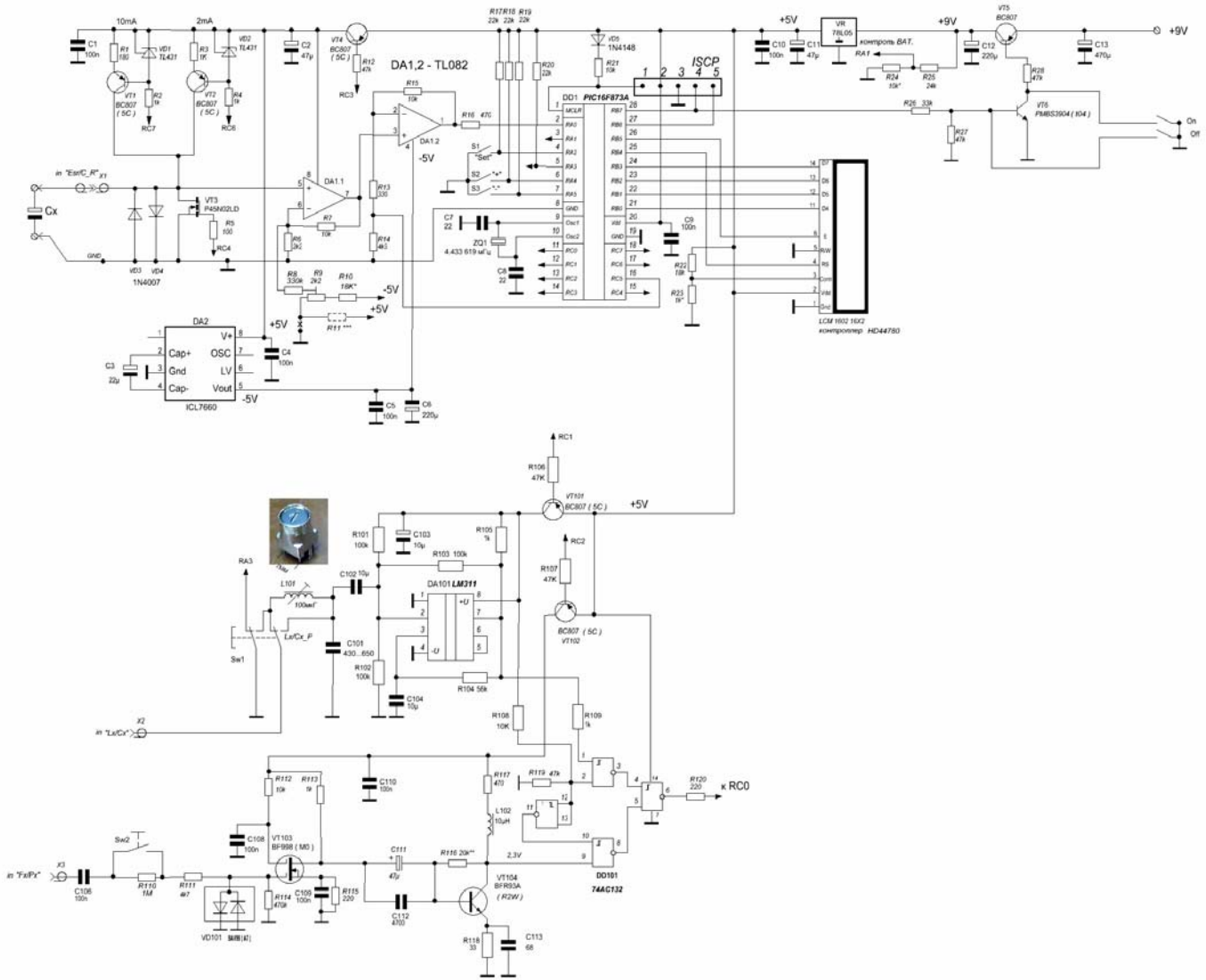


-----  
\*\* Примечание:

Фотографии, в данном документе, сделаны из двух приборов и вы можете обнаружить несходство.

-----

# Принципиальная схема:



Измеритель C / ESR+LCF версия V2.

\*\*\*\*\*

прошивки и исходные тексты в папке "Soft" - (.hex и .asm):

Прошивка для индикатора 2\*16                      esr\_miV2\_2\_16.HEX

Прошивка для индикатора 2\*8                        esr\_miV2\_2\_8.HEX

Принципиальная схема в (sPlan 6.0):              Схема.sp1

Принципиальная схема в формате "jpg":        Схема.jpg

Печатная плата (Sprint Layout 5.0 R):          печатная плата.lay