

# Измеритель ESR+LCF v3.4

## C/R/ESRa+LCFPmeter\_V3.4

Автор: miron63

[miron63@tut.by](mailto:miron63@tut.by)

Внешний вид:



**Основное назначение:** Ремонт электронных устройств.

### Описываемое ниже устройство измеряет:

ESR электролитических конденсаторов	– 0 – 50 Ом
Ёмкость электролитических конденсаторов	– 0.1 – 60 000мкФ
Ёмкость неэлектролитических конденсаторов	– 1пФ – 2мкФ
Индуктивность	– 0.1мкГн – 1 Гн
Частоту	– до 50 МГц
Напряжение питания прибора	– батарея 7 – 9 В
Ток потребления	– 10 – 30 мА

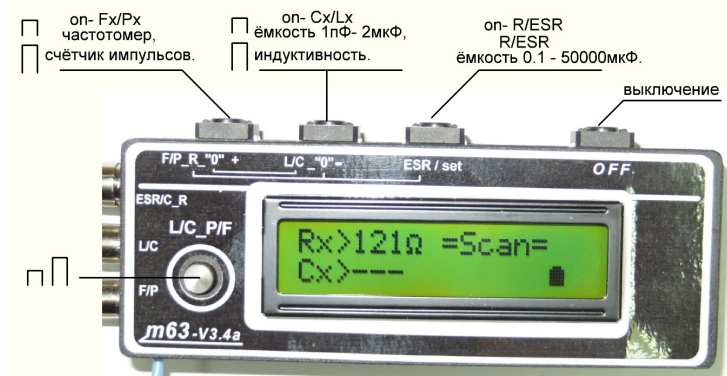
### Дополнительные функции:

- В режиме ESR можно измерять постоянные сопротивления 0.001 – 100Ом, 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 и удерживать кнопку «R» (первая кнопка). В этом режиме, измерение производится при постоянном токе 10мА, диапазон измеряемых сопротивлений равен 0.001 – 200м.
- В режиме ESR, для внутрисхемных измерений, имеется анализатор, ( подробное описание см. далее).
- В режиме частотомера при нажатой кнопке «L/C\_P/F» включается функция «счетчик импульсов» (непрерывный счёт импульсов поступающих на вход “ Fx “). Обнуление счетчика производится кнопкой «+».
- Индикация разряда батареи.
- Автоматическое отключение - около 2- 4х минут. По истечении времени простоя, загорается надпись "StBy" и в течении 10 сек, можно нажать любую кнопку и продолжится работа в том же режиме.

## Правила пользования измерителем.

Включение – кратковременное нажатие любой из кнопок .

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



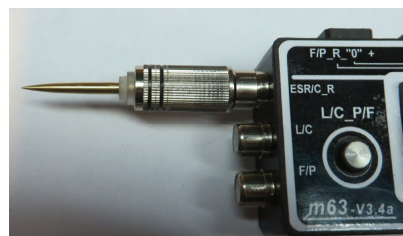
## Режим R\_ESR/C.

В этом режиме, производится одновременное измерение ESR и ёмкости электролитических (и не электролитических большой ёмкости) конденсаторов или постоянных сопротивлений 0 – 100 Ом. При нажатой кнопке «+», измерение сопротивлений 0.001 – 200 Ом, измерение производится при постоянном токе 10мА.

Данные анализатора, выводятся на дисплей, только при измерении ёмкостей выше 60мкф. и ESR ниже ~ 1.5ом.

Щуп подключить в верхнее гнездо.

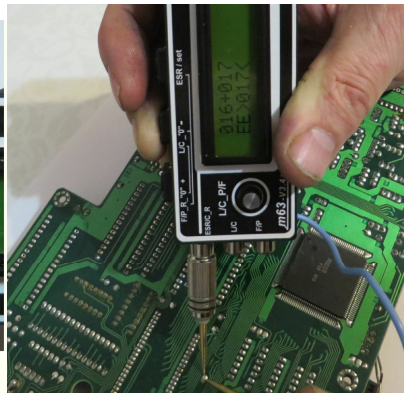
Через некоторое время, щупы окисляются и для восстановления надёжного контакта, достаточно протереть кончик, мелкой наждачной бумагой.



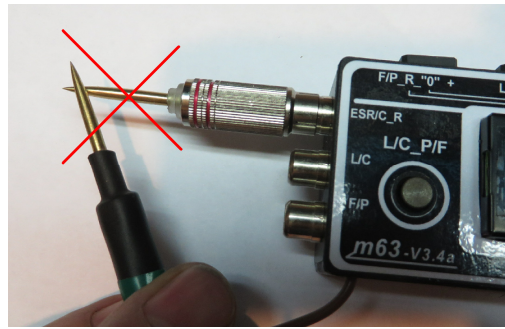
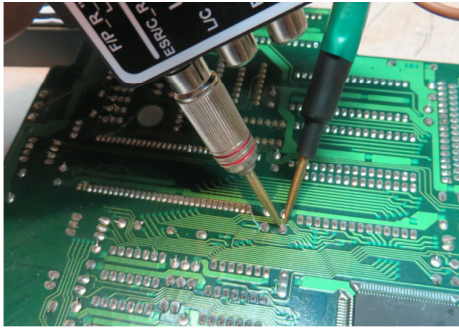
## Установка нуля.

Эта процедура, необходима, каждый раз при измерении с помощью щупов или адаптера, т.е. если измерение производится с помощью адаптера, выставить нуль с замкнутым адаптером. Если после этого измерять с помощью щупов, к результатам измерений, будет добавляться сопротивление щупов. При этом разница в измерении ESR будет не большой, а показания анализатора, будут завышены примерно на 0,25 ом (такое значение для анализатора оказывает корпусной щуп длиной 20см) и для правильной работы анализатора, необходимо выставить нуль с замкнутыми щупами,

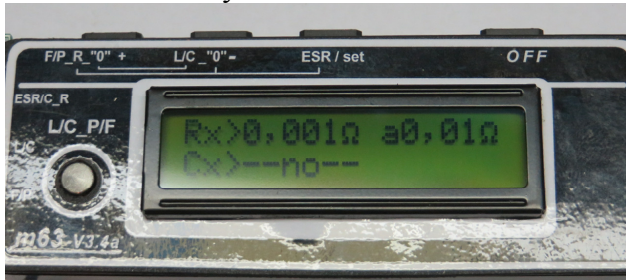
Установка нуля производится автоматически, при замкнутых щупах, по нажатию соответствующих кнопок. Для этого замыкаем щупы, нажимаем и удерживаем кнопку “L/C”0”-”(вторую кнопку). На дисплее появится значение АЦП без обработки. Если значения на дисплее отличаются более +/-1, нажать кнопку “ESR/set”, и запишется правильное значение “EE>xxx<”. См. фото:



При измерении, из верхнего значения, будет вычитаться нижнее и в результате получится ноль. Для надёжного контакта, замыкание щупов, рекомендуется производить уколком в припой см. фото.



При правильно установленном нуле, показания на дисплее должны быть равны нулю, или не большому положительному значению.



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



Так выглядит измерение ESR и ёмкости электролитических конденсаторов.

Исправный конденсатор:



Неисправный конденсатор:

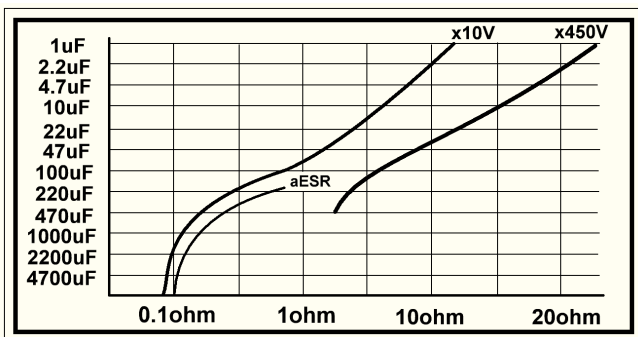


На левом снимке, новый конденсатор, ESR 0,032 ом ёмкость 963 мкФ. Для конденсатора 1000мкФ, такие параметры считаются отличными. Этот конденсатор можно устанавливать в любую бытовую технику.

На правом снимке, так же новый конденсатор, ёмкость нормальная, ESR выше нормы. Такой конденсатор может работать в трансформаторных блоках питания и в аудиоаппаратуре. В импульсные блоки питания и по цепям питания цифровой техники, его ставить нельзя.

Показания анализатора, при измерении выпаянных конденсаторов, не несут никакой информации и разных экземплярах имеют не большую разницу.

Ниже приведены ориентировочные данные допусков ESR для импульсных блоков питания. Эти данные основаны на практическом опыте ремонта. При таких значениях, во многих случаях, наблюдалось ухудшение работы, но ещё не приводило к полной не работоспособности.

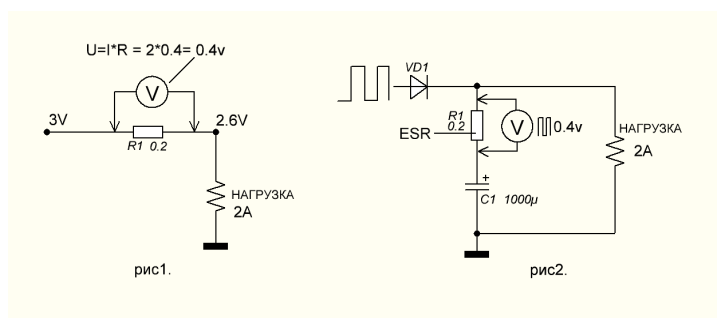


Cx	OM
1uF	10
4,7uF	8
10uF	6
22uF	4
47uF	2
100uF	0,8
220uF	0,5
470uF	0,3
1000uF	0,12
2200uF<	0,1

Как видим, ESR зависит от ёмкости. Чем больше ёмкость, тем меньше ESR. В таблице указаны данные для низковольтных конденсаторов 6.3- 63вольт. С повышением рабочего напряжения ESR увеличивается и для напряжения выше 400вольт можно умножить на 3.

На начальном этапе, достаточно запомнить несколько самых распространённых значений и далее ориентироваться по ним. Точных границ исправности конденсаторов по ESR, не существует. Всё зависит от функции, которую выполняет данный конденсатор в схеме.

Для понимания, как влияет увеличение ESR на работоспособность схемы, можно упрощённо представить схему с резистором рис 1. На резисторе R1, при токе нагрузки 2 ампера, падение напряжения 0.4v. В результате, из входящих 3х вольт, на выходе получается 2.6v. Примерно то же происходит в схеме, с конденсатором с увеличенным ESR, рис 2. Если конденсатор заряжается импульсным напряжением, из за падения напряжения на резисторе ESR (R1), в нагрузку будет отдаваться на 0.4 вольта меньше. В результате, на выходе мы получим напряжение с пульсацией 0.4v. При напряжении питания 3v, пульсации 0.4v – это более 10%. Если таким напряжением будет питаться процессор, устройство работать не будет.

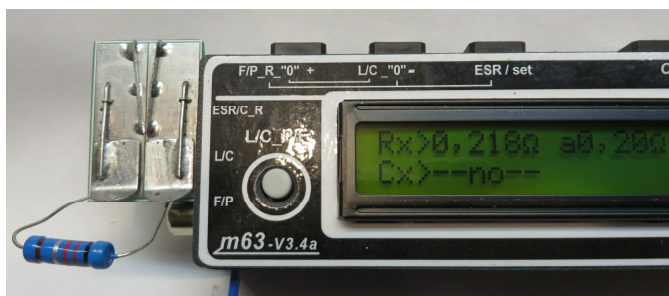


Если ток нагрузки уменьшить в десять раз до 200мА, то пульсации уменьшатся в десять раз, до 0.04 вольт. В таких схемах этот конденсатор будет работать.  
 Если напряжение питания увеличить в 100 раз до 300вольт, то пульсации 0.4 вольта – это около 0.01%. В таких схемах этот конденсатор будет работать и поэтому для высоковольтных цепей, ESR конденсаторов, может быть в разы выше. В случаях, когда увеличение ESR не велико, ремонтник сам должен принимать решение, является ли данный конденсатор причиной неисправности всего устройства.

Так выглядит измерение сопротивлений

На входе присутствуют импульсы заряда – измерение сопротивления цепей, имеющих индуктивность или ёмкость, не возможно.

Диапазон измерения сопротивлений 0.001 – 100Ом,



При нажатой кнопке «+», на входе нет импульсов заряда, измерение производится при постоянном токе 10мА. В этом режиме, возможно измерение сопротивления цепей, имеющих индуктивность или ёмкость.

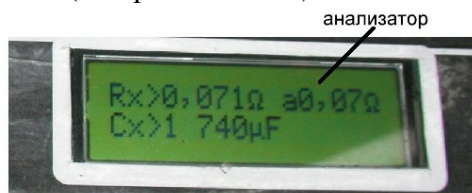
Диапазон измерения сопротивлений 0.001 – 200Ом,



## Внутрисхемные измерения.

Основным отличием данного измерителя от предыдущих версий – это расширенные возможности при внутрисхемных измерениях ESR.

Электролитические конденсаторы, часто шунтируются индуктивностью менее 1 мкГн и керамическими конденсаторами до 50мкФ. При таком шунтировании, в обычном режиме, прибор не способен, выявить неисправный электролитический конденсатор без выпаивания. Для этих целей, добавлена функция внутрисхемного анализатора. Анализатор обнаруживает не линейные участки при заряде измеряемого конденсатора (исправный конденсатор заряжается линейно). Далее математическим путём рассчитывается предполагаемое отклонение и прибавляется к значению  $ESR(R_x) = aESR(a)$ . На дисплее, дополнительно выводится значение «a0,00 ом». Наиболее эффективна данная функция при измерении ёмкостей выше 200мкФ. Значение анализатора выводится при измерении ёмкостей выше 60 мкФ и ESR (сопротивлений) ниже 1.5ом. В случаях, когда для анализатора нет данных, на дисплее «a....».



В современной технике, больше половины дефектов связано с электролитическими конденсаторами. Исправность полупроводников, резисторов можно вычислить по измерению режимов по постоянному току, а также “прозвонкой” на сопротивление. Исправность электролитических конденсаторов, нельзя определить измерением режимов, осциллограмм, когда аппарат не включается. Сложно выпаять каждый конденсатор и измерять его параметры. В такой ситуации, наиболее быстрым способом, является внутрисхемная дефектовка.

подавляющее большинство конденсаторов имеют дефекты:

увеличение ESR и потеря ёмкости или увеличение ESR ёмкость нормальная, поэтому в большинстве случаев, по величине ESR, можно произвести внутрисхемную дефектацию конденсатора.

При внутрисхемных измерениях, различные радиокомпоненты, установленные в цепях измеряемого конденсатора вносят погрешность в измерения, что затрудняет поиск не исправного.

Для более эффективного использования измерителя во внутрисхемных измерениях, необходимо запомнить его поведение при измерениях в разных блоках и при разном шунтировании.

Если измеряемый конденсатор, шунтируется транзистором, диодом (в том числе Шоттки) или любым другим полупроводником, измеритель способен правильно измерять и ёмкость и ESR.

В реальных схемах – это первичные цепи импульсных блоков питания (сетевой конденсатор, по питанию шим контроллера, по выходу оптопары), а также в большинстве мест аналоговой аппаратуры.

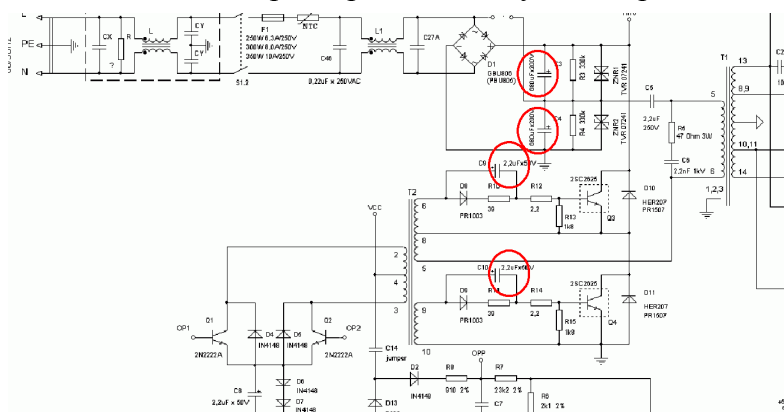


Рис.1

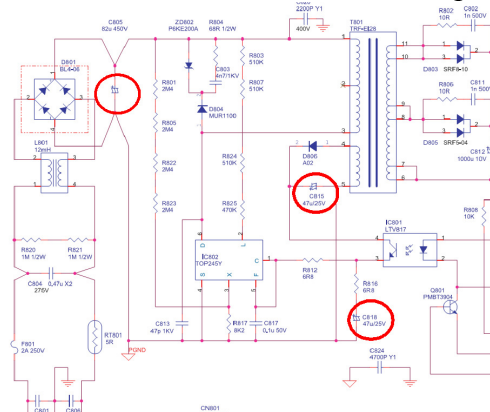
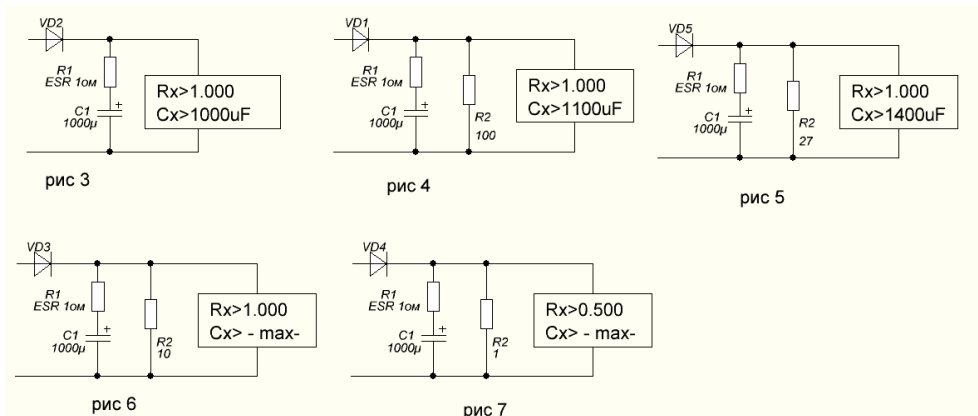


Рис.2

При измерении помеченных конденсаторов, на схемах Рис.1, Рис.2, измеритель правильно покажет ёмкость и ESR. В подобных местах, легко определяется дефектный конденсатор по значению ESR и ёмкости.

Если измеряемый конденсатор шунтируется низкоомным сопротивлением (резистором), правильное измерение ёмкости не возможно. Измеритель покажет надпись  $Cx > \text{-max-}$  или покажет ёмкость значительно выше нормы. При таком соединении, неисправный конденсатор определяется по значению ESR.

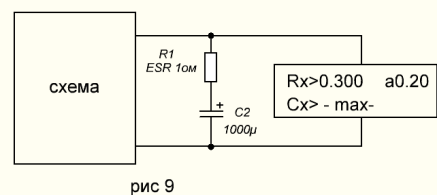
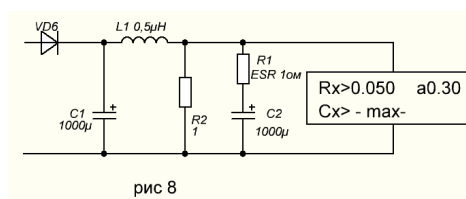
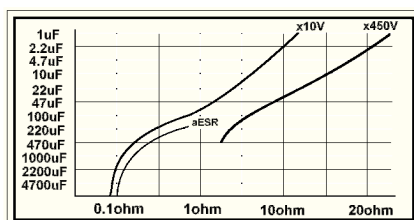


На рис. 4-7, показано шунтирование неисправного конденсатора 1000мкФ ESR-10м, различными сопротивлениями. При шунтировании сопротивлением ниже 100ом - показания ёмкости увеличиваются на 10%. При ниже 20ом - измерение ёмкости не возможно. Надпись “ $C_x > \text{-max-}$ ” означает, что конденсатор в цепи присутствует, но зарядить его для измерения ёмкости, не возможно. В подобных местах, легко определяется дефектный конденсатор по значению ESR. Как видим, из приведённых выше примеров, во всех случаях измеритель покажет превышение ESR (для 1000мкФ – норма до 0,12ом).

Если измеряемый конденсатор шунтируется индуктивностью (ниже 1мкГн), керамическими конденсаторами большой ёмкости (более 10мкФ), или если шунтирование комплексное, одновременно многими элементами схемы, определить его исправность можно только с помощью анализатора.



Значение анализатора, выводится в «ом». При внутрисхемном измерении исправность конденсаторов, определяется по большему значению, ESR или анализатора.



На рис 8, неисправный конденсатор  $C_2$  (ESR-10м), шунтирован резистором  $R_2$ , дросселем  $L_1$  и исправным конденсатором  $C_1$ . При подобном измерении показания будут ESR>0,050, анализатор 0,30. Смотрим по большему значению, т.е анализатору. Значение 0.30, по таблице ESR для 1000мкф, соответствует не исправному конденсатору.

На рис 9, неисправный конденсатор  $C_2$  (ESR-10м), шунтирован неизвестными элементами схемы. Существует шунтирование при котором показания ESR>0.300, больше чем анализатора 0,20. Смотрим по большему значению, т.е по ESR>0.300. Значение 0.300, по таблице ESR для 1000мкф, соответствует не исправному конденсатору.

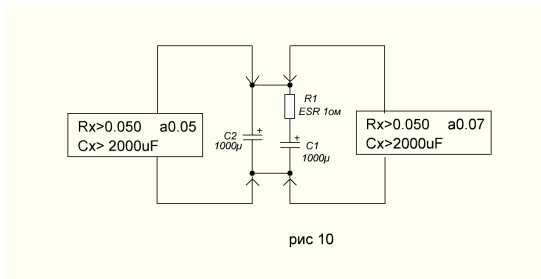


рис 10

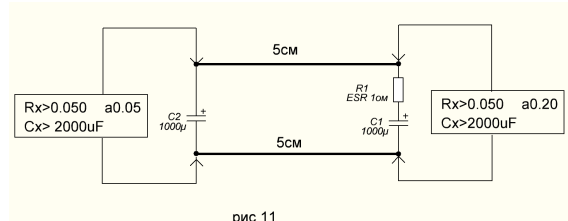


рис 11

При измерении двух параллельно включённых электролитических конденсаторов, расположенных близко друг к другу рис 10., определить исправность каждого из них не получится. Ёмкости обоих конденсаторов сложатся, ESR - меньше значения одного из конденсаторов, анализатор - близкое значение на обоих конденсаторах.

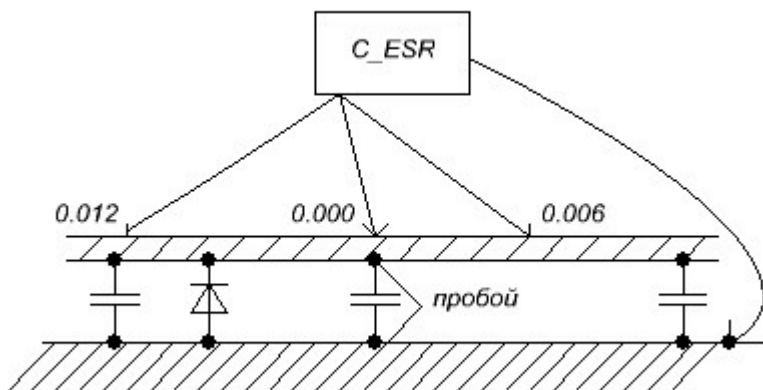
При измерении двух параллельно включённых электролитических конденсаторов, соединёнными длинными печатными дорожками или проводами рис 11., определить не исправный, можно только с помощью анализатора. Ёмкости обоих конденсаторов сложатся, ESR - близкое значение на обоих конденсаторах, анализатор – увеличенное значение на не исправном конденсаторе.

В реальных схемах, электролитические конденсаторы, в первую очередь, проверяются в местах с повышенной температурой. Возле радиаторов и других нагревающихся элементов.

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

Возможность измерять малые значения сопротивлений, можно использовать при ремонте сложных плат.

Например, при коротком замыкании по питанию, где подключено десятки элементов, приходится выпаивать множество элементов или резать дорожки для снижения зоны поиска, а по наименьшему сопротивлению можно сразу ограничить зону поиска, здесь измеряются даже сопротивление печатных дорожек. Сопротивление печатной дорожки шириной 2мм, на расстоянии 1.5см от замкнутого участка, составляет 0.003 – 0.004 Ом. При подобном внутрисхемном измерении, для исключения влияния ёмкостей и индуктивностей, в режиме RSR, нажать и удерживать кнопку «+», измерение будет производиться при постоянном токе на входе.

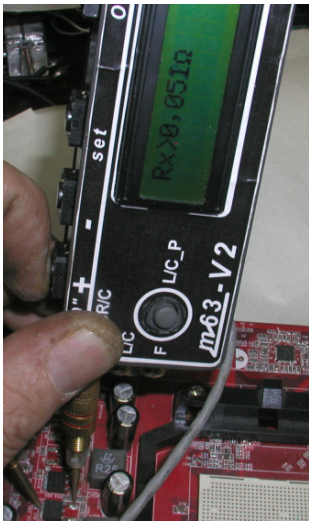


Из множества, включенных параллельно элементов, по наименьшему сопротивлению можно определить элемент, имеющий короткое замыкание.

Неисправный элемент:

Исправный элемент:

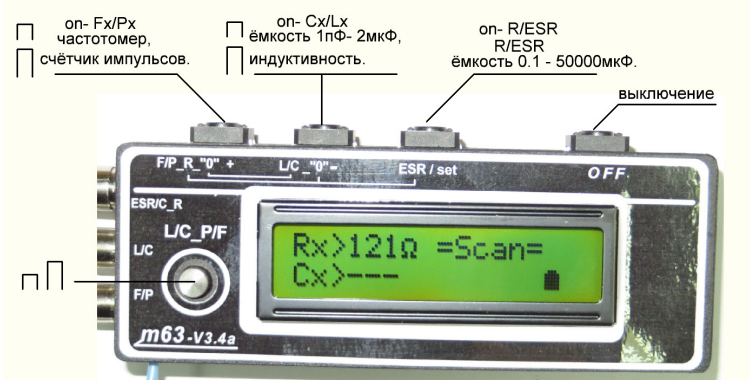




\*\*\*\*\*

## Измерение ёмкости неэлектролитических конденсаторов и индуктивности.

Включение в режим измерения индуктивности и ёмкости не электролитических конденсаторов – кратковременное нажатие второй кнопки L/C .  
 Переключение режимов по кругу – кнопкой “ESR/set”.



Диапазон измерений:

Ёмкость – 1пФ – 2мкФ  
 Индуктивность – 0.1мкГн – 1 Гн

При снижении точности, возможно измерение ёмкости – 0.1пФ – 4мкФ, индуктивности от 0.01 мкГн.

Переключение между режимом измерения ёмкости и индуктивности - кнопка “L/C\_P/F”, расположенная на лицевой панели.

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.

Метод измерения резонансного типа. Этот метод имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

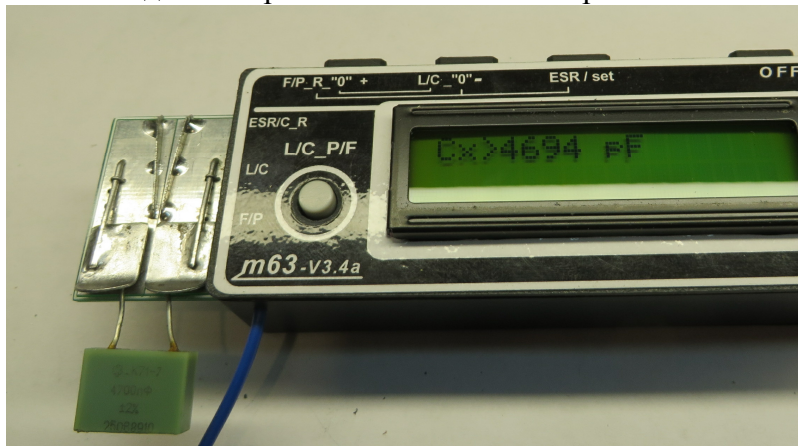
Резонансные методы позволяют измерять параметры высокочастотных катушек индуктивности в диапазоне их рабочих частот. Точно измеряются, малые значения ёмкости и индуктивности.

Недостатки:

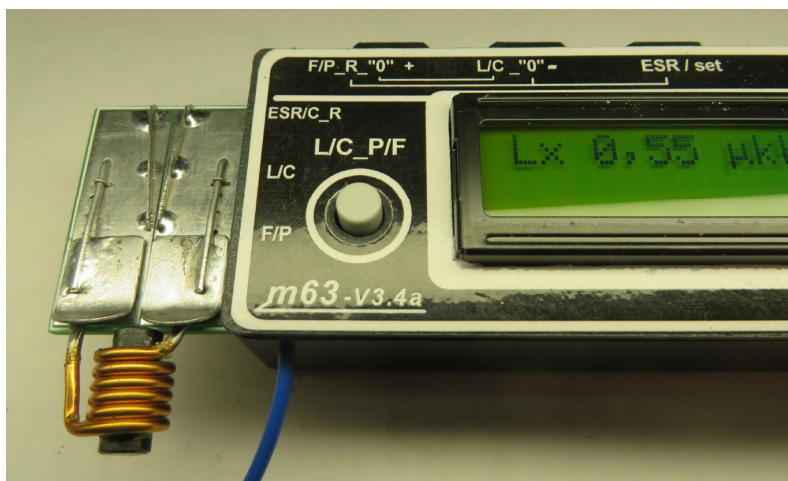
1). В результате измерения, не учитывается собственная ёмкость катушек индуктивности. При измерении больших индуктивностей ( выше ~2 мили Генри ), имеющих большую собственную ёмкость, показания будут занижены.

2). Не возможно измерение индуктивности, где имеется несколько обмоток, объединенных одним сердечником (трансформаторов и др.).

Так выглядит измерение ёмкости неэлектролитических конденсаторов.



Так выглядит измерение индуктивности .

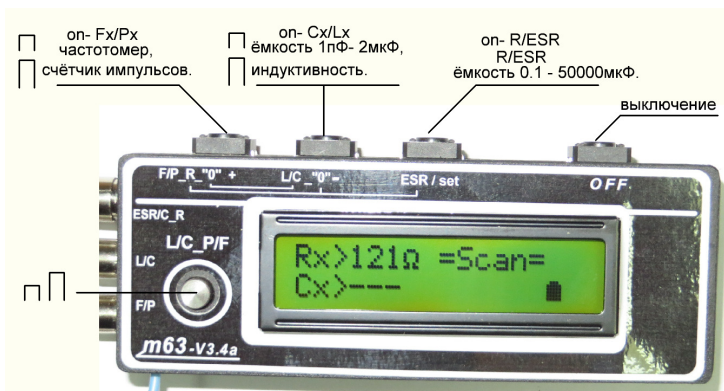


\*\*\*\*\*

## Измерение частоты, счётчик импульсов.

Включение в режим измерения частоты и счётчика импульсов – кратковременное нажатие первой кнопки F/P .

Переключение режимов по кругу – кнопкой “ESR/set”.



Переключение между режимом измерения частотомера и счётчика импульсов - кнопка “L/C\_P/F”, расположенная на лицевой панели. Щуп подключаем в нижнее гнездо.

Входные цепи, адаптированы на измерение частоты напрямую на кварцевом резонаторе работающего аппарата. Это необходимо для проверки кварцевых генераторов, при ремонте различных электронных устройств. Устойчиво измеряется частота до 40 мГц.

При измерении цифрового сигнала, для снижения помех, переключить входной делитель в положение “1 : 4”. Переключение входного делителя “1 : 1” и “1 : 4”.. – нажатие 1 сек., второй кнопки L/C. Так выглядит измерение частоты:



Так выглядит счётчик импульсов:



Счётчик импульсов, подсчитывает количество импульсов, пришедших на вход. Обнуление первой кнопкой.