

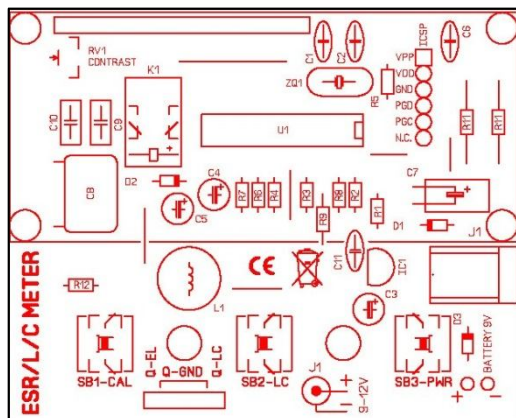
Набор для сборки измерителя ёмкости и эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС или ESR) электролитических конденсаторов, индуктивности, сопротивления – «LCM TESTER»

С помощью конструктора можно собрать очень полезный и, что самое главное, простой в сборке и наладке прибор, который будет очень полезен в повседневной работе специалисту по ремонту радиоаппаратуры, радиолюбителю и т.д. – измеритель индуктивности, ёмкости и эквивалентного последовательного сопротивления (ЭПС или ESR) электролитических конденсаторов, очень маленьких сопротивлений (миллиомметр) - «LCM TESTER». Индикация выполнена при помощи жидкокристаллического дисплея 2x16 символов с функцией подсветки.

Технические характеристики:

- ✓ Напряжение питания (при питании от батарейки 6F22) 9 В
- ✓ Потребляемый от батарейки ток 8-10 мА
- ✓ Напряжение питания (при питании от блока питания) 9-12 В
- ✓ Тип индикатора ЖКИ 2x16
- ✓ Ток, потребляемый от сетевого адаптера 60-100 мА
- ✓ Максимальное измеряемое сопротивление 30 Ом
- ✓ Диапазон измерения ёмкости 0,1 пФ-0,1 Ф
- ✓ Погрешность при измерении ёмкости 0,1 пФ-200 нФ 1%
- ✓ Погрешность измерения ёмкости >200 нФ 2,5%
- ✓ Диапазон измерения индуктивности (погр. 5%) 10 нГн-20 Гн
- ✓ Диапазон измерения сопротивлений (погр. 5%) 500 мОм-30 Ом
- ✓ Размеры печатной платы 80x65 мм

Размещение компонентов на печатной плате:



Что такое ЭПС или ESR? Зачем нужно его измерять?

ESR (Equivalent Series Resistance) - эквивалентное последовательное сопротивление, представляет собой сумму последовательно включенных омических сопротивлений контактов выводов и электролита с обкладками (пластинами) электролитического конденсатора, что является важнейшим параметром электролитических конденсаторов. В русскоязычной аббревиатуре - Эквивалентное Последовательное Сопротивление – ЭПС. По сути, измеритель ESR - это омметр переменного тока, работающей на частоте 50...120 кГц. На этих частотах емкостное сопротивление электролитических конденсаторов мало (около нуля), поэтому показания этого омметра при проверке конденсаторов как раз и дают ESR.

Чем меньше это сопротивление, тем качественнее электролитический конденсатор!

Потери в диэлектрике, обусловленные особенностями его поляризации, составляют основную часть потерь в конденсаторе и определяются материалом, а так же толщиной слоя диэлектрика. Рассматривать детально процессы всех видов поляризации нет необходимости, но вкратце это можно пояснить следующим образом. Частицы диэлектрика, обладающие зарядом, под воздействием переменного электрического поля вынуждены совершать произвольные механические колебания, обусловленные их переориентацией и смещением (поляризацией). В слоях диэлектрика, близких к обкладкам, заряды, не покидая своих связей, активно участвуют в общем процессе перезаряда конденсатора. По сути, уменьшается толщина реального диэлектрика. В результате существенно повышается ёмкость конденсатора но, по причине инертности и внутреннего трения связанных частиц, процессы сопровождаются выделением тепла и потерями энергии в токопроводящих слоях диэлектрика. С увеличением частоты, диэлектрические потери пропорционально возрастают. В результате угол сдвига фаз между током и напряжением составит не 90°, как в идеальном конденсаторе, а несколько меньше. Тангенс угла δ , составляющего эту разницу с 90°, называют тангенсом угла диэлектрических потерь. Аналогичный сдвиг происходит в цепи при последовательном включении конденсатора и резистора.

В связи с этим для расчётов принято понятие последовательного эквивалентного сопротивления ESR, в котором диэлектрические потери суммируются с активным сопротивлением обкладок, соединений и выводов, представляя собой, по сути, резистор, подключенный последовательно с конденсатором. В электролитических конденсаторах значимой частью ESR является сопротивление жидкого электролита, который используется в качестве составляющей одной из обкладок для обеспечения максимальной площади соприкосновения с диэлектриком. Если сопротивление электролита в конденсаторе рассмотреть как проводник с поперечным сечением, равным площади одной из обкладок и длиной проводника, приблизительно равной толщине пропитанной бумаги, можно предположить, что эта величина будет относительно небольшой. В реальных конденсаторах средних размеров типовое значение составит 0.01 Ом при 20°C.

Но, следует учитывать, что для конденсаторов большой ёмкости, используемых в фильтрах выпрямителей импульсных источников питания на рабочей частоте порядка 100 кГц, когда его реактивное сопротивление измеряется тысячными долями Ома, эта величина будет составлять достаточно большие потери.

Величина диэлектрических потерь на таких частотах в электролитических конденсаторах фильтров импульсных источников питания обычно в несколько раз больше, и лишь в самых лучших случаях может быть примерно равна и даже меньше потерь в электролите. Сопротивление электролита существенно зависит от температуры по причине изменения степени его вязкости и подвижности ионов.

В процессе работы происходит нагрев диэлектрика и электролита переменным током, в связи с чем, может существенно уменьшаться сопротивление электролита, тогда ESR конденсатора будет определяться, главным образом, его диэлектрическими потерями.

В случаях разогрева до температуры кипения, электролит утрачивает свои первоначальные свойства и при последующем охлаждении становится более вязким, что значительно повышает его сопротивление. Дальнейшая эксплуатация будет вызывать ещё больший разогрев и ухудшение качества электролита, что, впоследствии приведёт к непригодности конденсатора для дальнейшей работы в устройстве.

Обычно неисправные электролитические конденсаторы, в которых кипел электролит, определяются визуально по вздувшемуся и разгерметизированному корпусу.

Для надёжности работы электролитических конденсаторов очень важен правильный выбор его типа, номинала и максимального напряжения в зависимости от режимов.

Для фильтров преобразователей, работающих на частотах десятков килогерц, производители выпускают специальные конденсаторы с малым ESR и указывают полное сопротивление переменному току (импеданс Z) для всех номиналов в таблицах.

Тип таких конденсаторов сопровождается пометкой в технической документации - Low impedance или Low ESR.

Увеличение ESR конденсатора на несколько Ом, а иногда на несколько десятых долей Ома, может являться причиной неработоспособности устройства, в котором он установлен, что иногда невозможно выявить существующими измерителями ёмкости, не способными учитывать другие параметры конденсатора!

Обычно в ремонтной практике не требуется особой точности в измерении ESR, поэтому ощутимая погрешность пробников чаще не вызывает неудобств в отыскании неисправных элементов, а определение состояния конденсатора пробником может упрощаться до оценки его качества по принципу – годен или не годен для работы в конкретном узле устройства.

Но, следует отметить, что для конденсаторов, работающих при больших импульсных токах, например, в фильтрах преобразователей, требуется более объективная оценка качества, а погрешность в десятые и даже сотые доли Ома может иметь существенное значение.

**Данная информация позаимствована с сайта <http://tel-spb.ru>
На вышеуказанном сайте размещена более подробная информация по вопросам измерения ESR**

В отличие от универсальных измерителей, предлагаемых на рынке, да и измерителей специализирующихся именно на измерении ESR, данный прибор обладает высокой точностью и отображает на дисплее достоверные данные измеренных величин, а не шо попало ☺ абы только носить гордое имя измерителя ESR – это проверено неоднократно на практике.

Сборка и калибровка прибора:

В набор входят: печатная плата с маской и маркировкой радиокомпонентов, все необходимые для сборки тестера радиокомпоненты, кнопки с колпачками, провод с разъёмом для батарейки типа «крона», гнездо для подключения внешнего блока питания, ЖКИ дисплей 2x16. Необходимо запаять в плату все детали согласно принципиальной схеме, смыть флюс и выполнить осмотр печатной платы на предмет отсутствия ненужных перемычек из припоя между дорожками. После этого можно подключать дисплей и источник питания. Собранный без ошибок устройство начинает работать сразу. Только необходимо при первом включении отрегулировать контрастность ЖКИ дисплея при помощи подстроечного резистора RV1. Для этого необходимо подать напряжение питания на тестер - нажать кнопку «POWER» и отрегулировать контрастность дисплея.

Затем необходимо выполнить калибровку прибора. Начальная калибровка в режиме «С» происходит при включении прибора (прибор должен быть в этом режиме при включении прибора).

Если ноль "ушел", то для калибровки нужно:

1. Включить кнопку калибровки.
2. Дождаться (!) появления сообщения типа R=0238 Ом
3. Отключить кнопку повторным нажатием и убрать руки ☺.
4. Дождаться сообщения о подтверждении калибровки типа C>=0.

Для режима «L» все точно также, только нужно замкнуть контакты разъема измерения индуктивности перемычкой (для режима «С» контакты открытые).

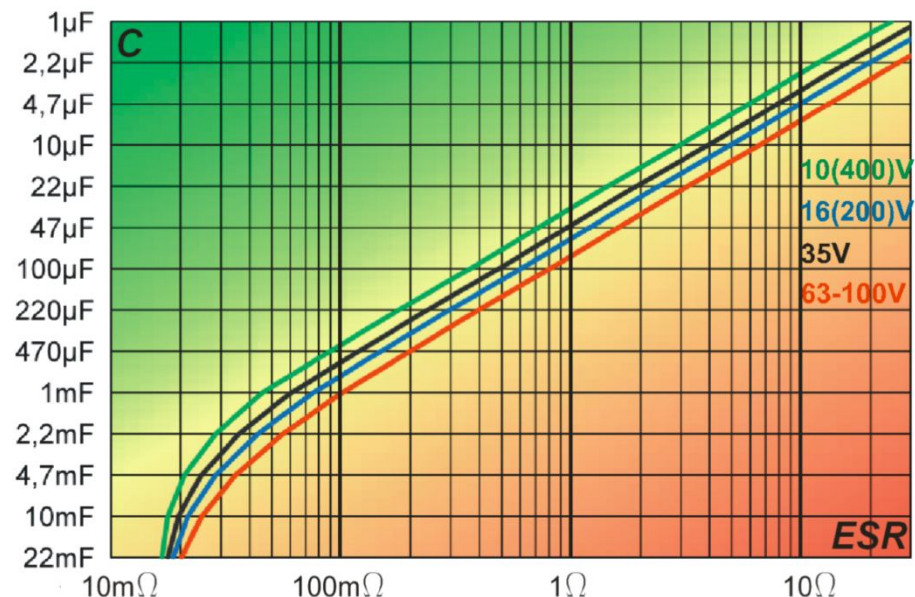
Аналогично для режима ESR нужно обязательно сделать калибровку, иначе малые значения R могут "съедаться".

1. Замкнуть контакты разъема измерения ёмкости и ESR перемычкой.
2. Включить кнопку калибровки (нажать кнопку) и будет выведена информация на экран о напряжении, прилагаемом к конденсатору, и частота измерения ESR.
3. После этого дождаться появления сообщения R= 0238 Ом, повторно нажать кнопку (отпустить кнопку). Показания сопротивления должны сброситься в ноль. Если ноль "ушел", то можно повторить калибровку. Но надо обязательно дать возможность процессору запомнить состояние, не прерывать процесс.

Напряжение питания прибора:

Ток, потребляемый устройством очень мал, порядка 8-10 мА, поэтому батарейки 6F22 «Крона» 9В хватит на очень долгое время. При этом подсветка дисплея не работает. Чтобы работала подсветка дисплея необходимо подключить к разъёму на плате внешний сетевой адаптер 7-12В.

Диаграмма ESR электролитических конденсаторов:

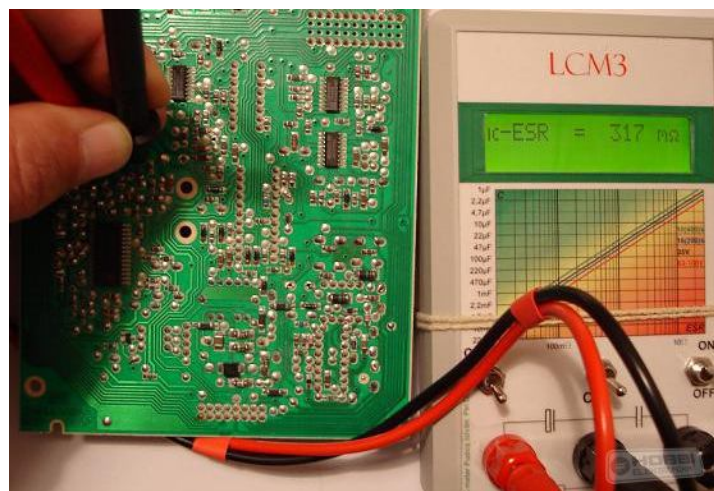
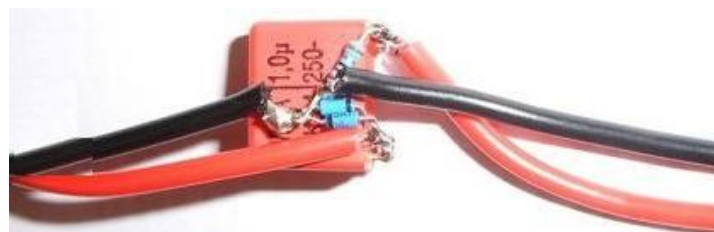
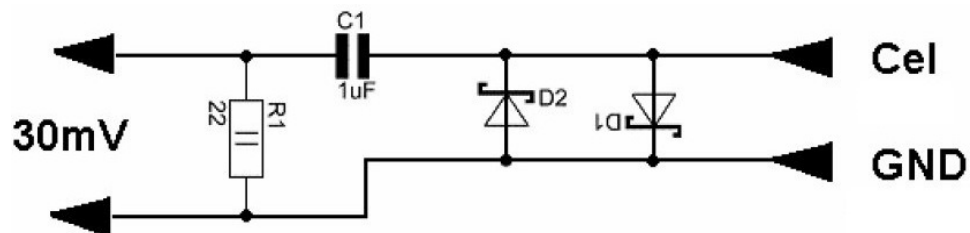


По приведенным выше графикам можно определить максимально допустимое сопротивление (значение ESR) электролитического конденсатора в зависимости от ёмкости и рабочего напряжения. Т.е. для определения наибольшего эквивалентного сопротивления электролита необходимо на вертикальной оси найти значение (отметить точку) ёмкости указанное на корпусе конденсатора и провести через это значение горизонтальную прямую до пересечения с необходимым графиком. График нужно выбрать исходя из номинального рабочего напряжения конденсатора. Из точки пересечения горизонтальной прямой и графика опускаем перпендикуляр на горизонтальную ось. По шкале на горизонтальной оси определяем наибольшее допустимое значение ESR для испытываемого конденсатора.

Кроме того, прибор отображает тангенс угла диэлектрических потерь диэлектрика. Отображение выполняется при помощи индикатора Bar Graph (закрашиваемый столбик). Чем больше закрашен индикатор, тем хуже состояние диэлектрика и наоборот.

Дополнительные функции:

Если дополнительно изготовить простенькие щупы, то можно производить измерение ESR конденсаторов непосредственно в печатной плате без выпаивания и без вреда компонентам платы!



<http://radio-kits.ucoz.ru>

radiokits@yandex.ru

Перечень деталей набора:

№ п/п	Наименование	Номинал	Ед. изм.	Кол-во
1	Штырь однорядный	6 pin	шт.	1
2	Панелька	20 pin	шт.	1
3	Микроконтроллер ("прошитый")	PIC16F690	шт.	1
4	Реле миниатюрное TQ2-5V	P-5 Укат=5В	шт.	1
5	Диод	1N4148	шт.	1
6	Кварц выводной HC49U/S (мини)	20 МГц	шт.	1
7	Конденсатор дисковый керамический	22 пФ	шт.	2
8	Гнездо для штырей в плату ZL262-16SG	16 pin	шт.	1
9	Штырь однорядный ZL201-16G	16 pin	шт.	1
10	Индикатор ЖКИ	WH1602B-УУН-СТК	шт.	1
11	Резистор подстроечный	10 кОм	шт.	1
12	Резистор 2 Вт	160 Ом	шт.	2
13	Гнездо для БП с выкл.		шт.	1
14	Диод	1N4007	шт.	2
15	Провод с разъёмом для кроны		шт.	1
16	Резистор 0,25 Вт	180	шт.	1
17	Резистор 0,25 Вт	7,5 к	шт.	1
18	Резистор 0,25 Вт	220	шт.	1
19	Резистор 0,25 Вт	47 к	шт.	1
20	Резистор 0,25 Вт	100 к	шт.	3
21	Резистор 0,25 Вт	1к	шт.	2
22	Резистор 0,25 Вт	47	шт.	1
23	Дроссель радиальный	100 мкГн	шт.	1
24	Стабилизатор	7805 ТО-92	шт.	1
25	Конденсатор электролитический	100x16В	шт.	1
26		2,2x16В (мини)	шт.	1
27	Конденсатор танталовый электролит.	10x16В	шт.	2
28	Конденсатор WIMA FKP2 полипропиленовый	1000 пФ	шт.	2
29	Конденсатор плёночный	0,033 мкФ	шт.	1
30	Конденсатор плёночный многосл.	0,1 мкФ	шт.	2
31	Кнопка с фиксацией и длинным штоком	2СО	шт.	3
32	Колпачок кнопки		шт.	3
33	Плата печатная		шт.	1
34	Инструкция по сборке		шт.	1
35	Пакет упаковочный		шт.	1

Схема электрическая принципиальная:

