

«Венгерский» CLR-ESR измеритель – LCM3

Прибор LCM3 способен:

- 1) Измерять ёмкость неполярного конденсатора от 0.1 пФ до 0.1 мкФ с точностью 1%
- 2) Измерять ёмкость неполярного конденсатора от 0.1 мкФ до 1 мкФ с точностью 2,5%
- 3) Измерять ёмкость электролитического конденсатора от 0.1 мкФ до 0.1 Ф с точностью 1%
- 4) Измерять сопротивление последовательной потери (ESR) для электролитических конденсаторов для определения их годности по авторской таблице
- 5) Обнаруживать утечки или короткозамкнутые конденсаторы
- 6) Измерять индуктивности от 10 нГн до 20 Гн с точностью 5%
- 7) Измерять ёмкость катушки индуктивности (в диапазоне 2-90 мГн)
- 8) Измерять малые сопротивления от 1 мОм до 0,5 Ом с точностью 5%
- 9) Измерять малые сопротивления от 0,5 Ом до 30 Ом с точностью 10% – **но это не точно** ☹, увы

Фишка прибора в том, что он измеряет ёмкости и индуктивности на частоте более 500 кГц, а ESR электролитического конденсатора (включая внутрисхемное измерение) – на частоте ~85 кГц, что близко к реальным частотам работы конденсаторов в импульсных источниках питания.

ВНИМАНИЕ! ИЗМЕРЯЕМЫЕ ЁМКОСТИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ РАЗРЯЖЕНЫ!

При первом включении прибора переключатель режима «С/L» должен быть в режиме «С»!
Если переключатель включен в режим «L», то будет выведено сообщение – «Переключитесь в режим С!»:

```
Lx to Cx mode!
```

Если переключатель «Работа/Калибровка» находится в режиме «Калибровка», то будет выведено сообщение – «Переключитесь в режим работы!»:

```
Switch to Meas.!
```

Если переключатели «С/L» и «Работа/Калибровка» в нормальных положениях – выключены, то прибор при включении покажет информацию о частотах работы. Например:

```
F0 = 558.0 k  
FCal = 374.6 k
```

Если будет выводиться надпись про батарейку – не обращайте внимание!

```
Low batt
```

Следующая надпись будет такая:

```
± Cx = 0.0 pF
```

Это означает, что произошла первоначальная калибровка в режиме измерения ёмкости.

Перед измерениями – необходимо откалибровать прибор. Так же необходимо повторить калибровку в случае большого, на Ваш взгляд, ухода «нуля» в режиме измерения ёмкости. Такой уход «нуля» возможен от температурного или временного дрейфа деталей прибора.

LCM3 – измерительный прибор не мостового типа, а – LC-генераторный, и имеет дрейф...

I) Для калибровки в режиме «С» произведите следующую последовательность действий:

- 1) Включите переключатель «Работа/Калибровка» в режим «Калибровка»
- 2) Дождитесь появления сообщения типа:

```
Re = 0.241 kΩ
```

- 3) Переключитесь в режим «Работа» и **УБЕРИТЕ РУКИ!**
- 4) Убедитесь, что калибровка завершилась успехом, и прибор сообщил что-то типа:

```
± Cx = 0.0 pF
```

Гнёзда «С/L», «Общий» и «ESR/mR» – должны быть открытыми!

II) После калибровки в режиме «С» – калибруйте прибор в режиме «L»:

1) Включите переключатель «С/L» в режим «L». Появится надпись:

Lx = ? H

2) Включите переключатель «Работа/Калибровка» в режим «Калибровка»

3) Дождитесь появления сообщения типа:

Re = 0.241 kΩ

4) Замкните гнёзда «С/L» и «Общий» короткой толстой перемычкой.

5) Переключитесь в режим «Работа» и **УБЕРИТЕ РУКИ!**

6) Прочтите сообщение о подтверждении калибровки:

Lx = 0.00 μH

7) Если «нули» будут совсем не нули ☺, то повторите калибровку режима «L» с пункта 2.

III) Откалибровал прибор в режиме «L» – калибруйте его в режиме «ESR/mR»:

Нормальное положение переключателей «С/L» и «Работа/Калибровка» – выключенное.

1) Замкните гнёзда «Общий» и «ESR/mR» короткой толстой перемычкой. Появится сообщение типа: «Rx = ? mΩ»

2) Включите переключатель «Работа/Калибровка» в режим «Калибровка»

3) Дождитесь появления сообщения типа:

Re = 0.241 kΩ

4) Переключитесь в режим «Работа» и **УБЕРИТЕ РУКИ!**

5) Появится информация о напряжении и частоте в режиме измерения ESR. Например:

Uesr0 = 322.6 mV
Fesr = 85.6 k

6) Ознакомьтесь с результатами калибровки:

Rx = 0 mΩ

7) «Нуль» будет дрейфовать на +/- несколько единиц в районе «нуля»... Если «нуль» сильно, на Ваш взгляд, «убежал», то повторите калибровку режима «ESR/mR» с пункта 1.

IV) Калибровка адаптера для внутрисхемных измерений ESR

До калибровки адаптера внутрисхемного измерения ESR должны быть выполнены предыдущие три последовательные калибровки. Эта калибровка – только для внутрисхемного адаптера!

1) Подключите адаптер к гнёздам «Общий» и «ESR/mR». Прибор поймёт, что подключили адаптер – сбросит напряжение измерения на щупах адаптера до 30 mV и выдаст следующую информацию:

ic-ESR = ? Ω

2) Замкните щупы адаптера и проведите **четвёртую** калибровку переключателем

«Работа/Калибровка». После установки «нуля» или около того – можно будет производить измерения. Если «нуль» сильно, на Ваш взгляд, «убежал», то повторите калибровку адаптера с пункта 1.

Прибор будет показывать ESR конденсатора или участка схемы, при поиске замыкания на печатной плате. Например:

ic-ESR = 192 mΩ

Корректировка значения калибровочного конденсатора прибора

Для повышения точности измерений приходится корректировать значение калибровочного конденсатора. В идеале оно соответствует измеренному значению конденсатора **C9**, а на практике – сказываются ёмкости монтажа и флюктуации Мирowego Хаоса...

По умолчанию в память процессора записано значение калибровочного конденсатора **1002 pF** и если Вы подключите к прибору колодку для подключения выводных и smd деталей, которая обладает некоторой ёмкостью, то это нужно учитывать при измерении малых ёмкостей. И, при замене подобной колодки на другое внешнее приспособление (крючки/крокодилы/щупы) или при её отключении, для пользования прибором без дополнительных приспособлений – придётся

произвести **полную калибровку** прибора.

Возможно, но не обязательно – изменение значения калибровочного конденсатора, так как любое дополнительно подключенное (отключенное) приспособление влияет своей ёмкостью, индуктивностью и сопротивлением на точность измерений.

Короче, корректировка калибровочного конденсатора – это для тонких ценителей... ☺

1) Для выполнения этой операции нажмите на кнопку «**PROG**» и, не отпуская нажатой кнопку «**PROG**» – включите переключатель «**Работа/Калибровка**» и увидите на дисплее примерно такую надпись «**Ccal = 1002 pF**» или что-то ранее записанное:

```
Ccal = 998.5 pF
```

2) Манипулируя длительным или коротким нажатием на этот переключатель – увеличиваете значение калибровочного конденсатора.

3) Если длительно или кратковременно нажимать переключатель «**C/L**», то уменьшаете значение калибровочного конденсатора.

4) Для окончания процесса корректировки значения калибровочного конденсатора – отпустите нажатую кнопку «**PROG**» и переведите в нормальное положение (выключенное) переключатель «**Работа/Калибровка**».

Произойдёт автоматическая калибровка в режиме «**C**» и Вам остаётся только измерить **ТОЧНЫЙ** конденсатор, ранее измеренный на **поверенном приборе**. Если измеренное значение будет отличаться от **ТОЧНО** известного, то – повторите корректировку значения калибровочного конденсатора в ту или иную сторону с пункта 1.

Измерения электролитических конденсаторов

Приведу примеры измерений различных ёмкостей:

```
⊘ C m9 = 207 mF   ⊘ C m60 = 15.9 mF
⊘ ESRδ = 1.57 Ω   ⊘ ESRδ = 14.4 Ω
```

это ионисторы

```
⊘ C m21 = 91.0 uF   ⊘ C m8 = 48.9 uF
⊘ ESRδ = 143 mΩ    ⊘ ESRδ = 228 mΩ
```

а это танталовые

```
⊘ C sz9 = 3.14 mF   ⊘ C m34 = 321 uF   ⊘ C m29 = 442 uF   ⊘ C m15 = 381 uF
⊘ ESRδ = 140 mΩ   ⊘ ESRδ = 409 mΩ   ⊘ ESRδ = 136 mΩ   ⊘ ESRδ = 70 mΩ
```

обычные

```
⊘ C m21 = 4.53 uF
⊘ ESRδ = 1.30 Ω
```

серебряный

```
⊘ C sz99 = 11.2 uF
⊘ ESRδ = 1.94 Ω
```

и напоследок – пухлый алюминиевый.

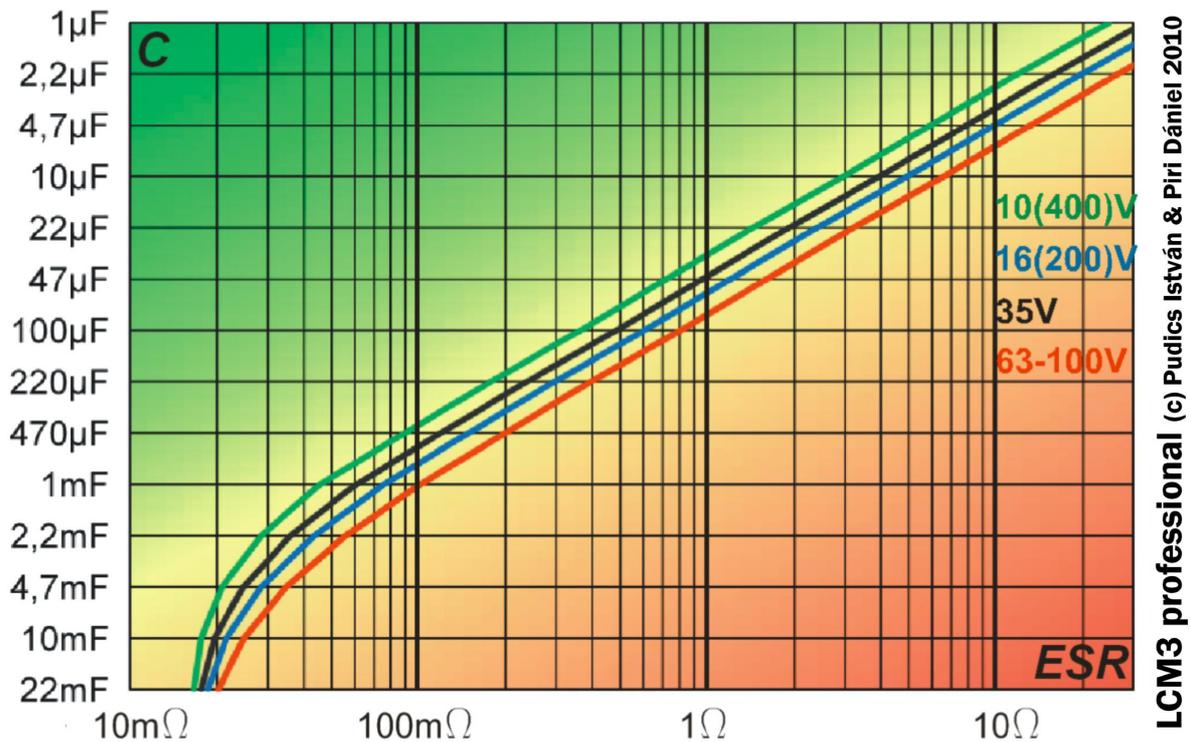
В строке с ёмкостью конденсатора буквами и цифрами «**mXX**» – оценивается эффект памяти конденсатора и, чем меньше это значение – тем лучше качество конденсатора. Конденсатор с «**m60**» – это скорей всего плохой конденсатор, а «**m20**» и меньше – хороший, и лучшие конденсаторы – могут иметь значение «**m1-m2**». Значение «**sz**» означает утечку, а цифры – степень утечки. Когда видим «**sz99**», да ещё и с большим ESR, то сразу его выбрасываем!

Если «**δ**» после ESR вместо графического «**■**» будет показывать что-то типа «**3/5**» – это, скорей всего, или замыкание в конденсаторе, или прибор не откалиброван по ESR.

Заполненный «**■**» – это интересная и полезная опция, так как прибор, помимо всего прочего, оценивает качество конденсатора (его утечку). Прибор рассчитывает тангенс дельта конденсатора, и выводит информацию в таком «графическом» виде. Заполненный «**■**» – показатель, насколько конденсатор плохой. Чем больше заполнен «**■**» – тем хуже конденсатор. Дефектный конденсатор будет иметь полностью заполненный прямоугольник. Но, некоторые старые конденсаторы тоже могут иметь этот прямоугольник заполненным, и их, в импульсных блоках питания – использовать нельзя, так как они не прошли тест на частоте 85 кГц, хотя в линейном стабилизаторе они ещё могут работать.

Если прибор самостоятельно переходит в режим **ic-ESR** без подключенного внутрисхемного адаптера – это означает, что конденсатор имеет постоянную составляющую, т.е. сопротивление (например впаян в схему наоборот и перегрелся). Аналогичный эффект возникает, если подключить на коротких проводниках щупы и попытаться измерить ими участок схемы, содержащий встречно-параллельное включение диодов (часть диодного мостика)...

Создание этого прибора и инструкции было бы невозможно, если бы не изобретшие его в 2010-м году – Иштван Пудикс и Даниэль Пири и совместные мозговые усилия участников форума **VRTP.ru** – "Венгерский L/C/R/ESR meter на PIC16F690": <https://vrtp.ru/index.php?showtopic=19662&st=0>



LCM3 professional (c) Pudics István & Piri Dániel 2010

µF \ V	10	16	25	35	50	100	160	250
1					5	7	10	14
2,2					4	6	8	10
4,7			3	3	3	4	4	3,5
10	2		2	2	2	1,2	1,5	2,8
22	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,66	1,1	1,2
47	1,3	1,3	1,3	0,60	0,60	0,32	0,46	0,60
100	1,3	0,60	0,60	0,33	0,33	0,16	0,24	0,30
220	0,60	0,33	0,33	0,25	0,19	0,09	0,14	0,27
470	0,33	0,25	0,19	0,14	0,09	0,06	Ω	
1000	0,19	0,14	0,09	0,07	0,06			
2200	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04			
3300	0,07	0,06	0,05	0,04				
4700	0,06	0,05	0,04	0,03				
10000	0,04	0,03						