

LCM3 – «Венгерский» ESR-CLmR измеритель

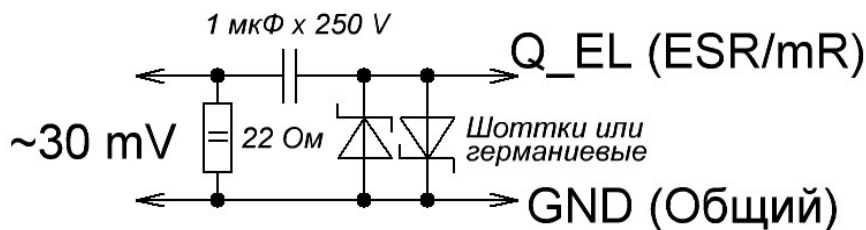
Прибор LCM3 создан Иштваном Пудиксом и Даниэлем Пири в 2010 году и предназначен для измерения индуктивности, ёмкости, сопротивления последовательных потерь (ESR) электролитических конденсаторов и – как миллиомметр.

Прибор 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 графической 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 1 Ом с точностью 5%

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.

Для внутрисхемного измерения ESR конденсаторов, без выпаивания их из схем, применяется адаптер, необходимый для измерения и защиты (**не на 100%!**) от **НЕРАЗРЯЖЕННЫХ КОНДЕНСАТОРОВ**, с длиной проводов от прибора до щупов около 40 см.



ВНИМАНИЕ! ИЗМЕРЯЕМЫЕ ЁМКОСТИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ РАЗРЯЖЕНЫ!

При первом включении прибора переключатель режима «С/L» должен быть обязательно в режиме «С»!

Если нажат переключатель в режиме «L», то будет выведено сообщение – «Переключитесь в режим С!»

Lx to Cx mode!

Если нажат переключатель в режиме «Калибровка», то будет выведено сообщение – «Переключитесь в режим работы!»

Switch to Meas.!

Если переключатели в нормальных положениях (отжаты), то прибор при включении покажет информацию о рабочей и калибровочных частотах работы. Например:

F0 = 558.0 k
FCal = 374.6 k

Если будет выводиться надпись

Low batt

Не обращайтесь на неё внимания.

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 полностью повторять все калибровки в случае слишком большого ухода «нуля» в режиме измерения ёмкости. Такой уход «нуля» возможен от температурного или временного дрейфа деталей прибора.

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

1) Включить переключатель в режим «Калибровка»

2) Дождаться появления сообщения типа:

Re = 0.241 kΩ

3) Переключиться в режим «Работа» и **УБРАТЬ РУКИ!**

4) Убедиться, что калибровка завершилась успехом, и прибор сообщил что-то типа

÷ Cx = 0.0 pF

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

II) Теперь калибруем режим «L» и выполняем следующее:

1) Включить переключатель в режим «L». Появится надпись

⚡ Lx = ? H

2) Включить переключатель в режим «Калибровка»

3) Дождаться появления сообщения типа:

Re = 0.241 kΩ

4) Замкнуть гнёзда «C/L» и «Общий» любой **короткой толстой перемычкой**.

5) Переключиться в режим «Работа» и **УБРАТЬ РУКИ!**

6) Прочтите сообщение о подтверждении калибровки:

⚡ Lx = 0.00 uH

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

III) Для калибровки режима «ESR/mR» делаем следующее:

1) Нормальное положение всех переключателей режимов – отжатое

2) Замкнуть гнёзда «Общий» и «ESR/mR» любой **короткой толстой перемычкой**. Появится сообщение типа: «Rx = ? mΩ»

3) Включить переключатель в режим «Калибровка»

4) Дождаться появления сообщения типа:

Re = 0.241 kΩ

5) Переключиться в режим «Работа» и **УБРАТЬ РУКИ!**

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

Uesr0 = 322.6 mV

Fesr = 85.6 k

7) Полюбоваться результатами калибровки

⚡ Rx = 0 mΩ

8) «Нуль» будет не обязательно нуль, а где-то в районе «нуля»... Если нуль «убежал», то можно повторить калибровку режима «**ESR/mR**» с пункта 2.

IV) Калибровка адаптера для внутрисхемных измерений ESR

1) После предыдущих **трёх** последовательных калибровок – подключить адаптер к гнездам «**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) Замкнуть щупы адаптера и провести **четвёртую** калибровку адаптера переключателем «**Калибровка**». После установки «нуля» или около того – можно будет производить измерения. Прибор будет показывать ESR конденсатора или участка схемы, что удобно в поиске короткого 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 значению конденсатора C9, а на практике – сказываются ёмкости монтажа и Мировой Хаос...

Например, Ваша колодка для подключения выводных и smd деталей обладает ёмкостью 15,5 pF – это нужно учитывать при измерении малых ёмкостей. И, при замене колодки на другое внешнее приспособление (крючки/крокодилы), или при пользовании прибором без дополнительных приспособлений – придётся произвести полную калибровку прибора, включая 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... ☺

Для выполнения этой операции нужно нажать на кнопку **Prog**. После чего, не отпуская нажатой кнопку **Prog**, включить переключатель «**Работа/Калибровка**» – увидите на дисплее примерно такую надпись:

Ccal = 998.5 pF

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

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

Для окончания процесса корректировки значения калибровочного конденсатора – нужно отпустить нажатую кнопку **Prog** и перевести в нормальное положение (отжатое) переключатель «**Работа/Калибровка**».

Произойдёт автоматическая калибровка режима «**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...

Измерения электролитических конденсаторов

Приведу примеры измерений различных ёмкостей:

⊘ C m21 = 91.0 uF	⊘ C m8 = 48.9 uF
⊘ ESR _δ = 143 mΩ	⊘ ESR _δ = 228 mΩ

это танталы

$\oplus C_{sz9} = 3.14 \mu F$ $\oplus C_{m15} = 381 \mu F$
 $\emptyset ESR_{\delta} = 140 m\Omega$ $\emptyset ESR_{\delta} = 70 m\Omega$

это обычные алюминиевые

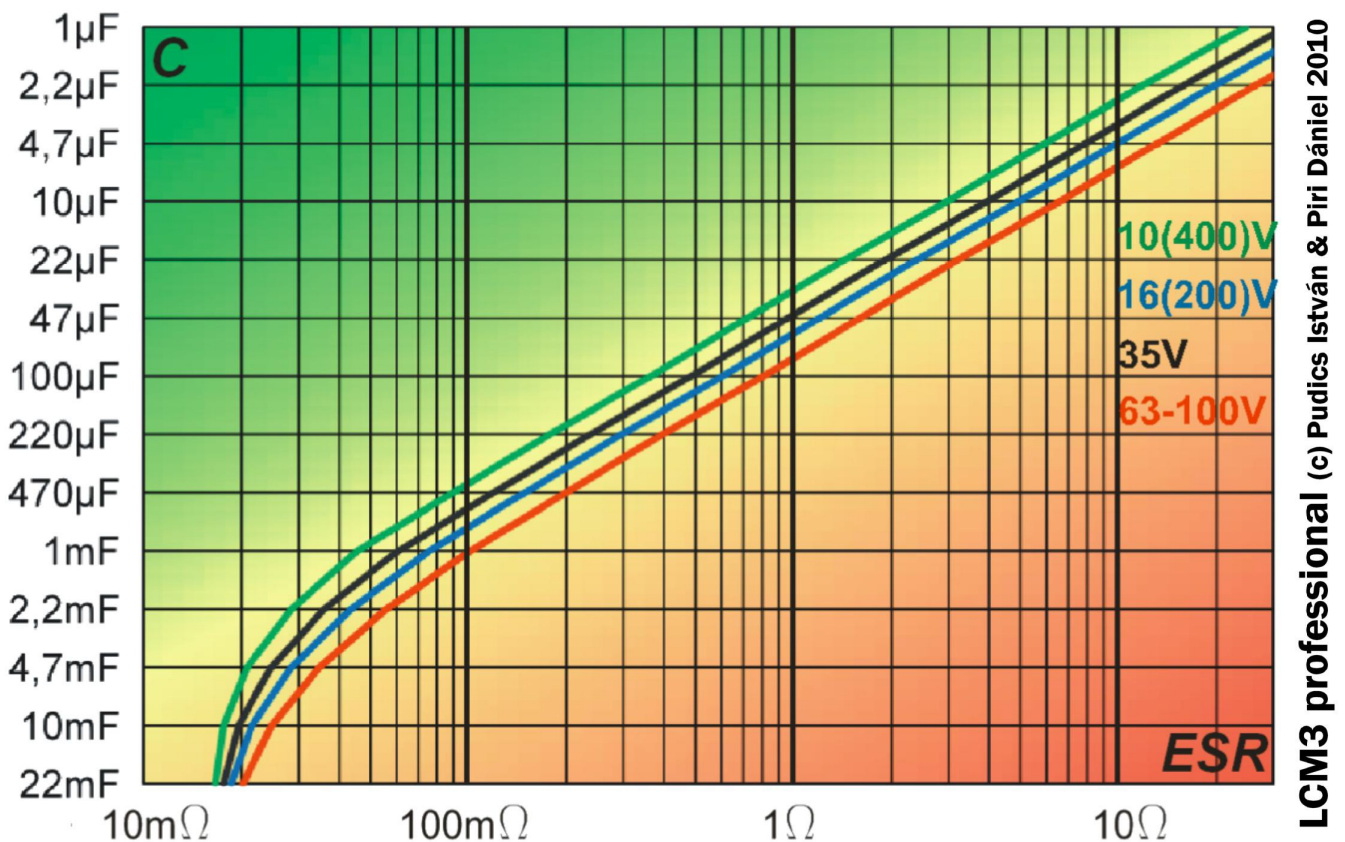
$\oplus C_{m21} = 4.53 \mu F$
 $\emptyset ESR_{\delta} = 1.30 \Omega$

а это серебряный

В строке с ёмкостью конденсатора буквами и цифрами **mXX** – оценивается эффект памяти конденсатора и, чем меньше это значение – тем лучше качество конденсатора. **m60** – это скорее всего плохой конденсатор. Хороший конденсатор – это **m20** и меньше, И, лучшие – могут иметь значение **m1-m2**. Если же видим **sz99** с большим ESR, то сразу его выбрасываем...

Если «**δ**» после ESR вместо графического «**■**» будет показывать что-то типа «**³/₅**» – это, скорее 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.



Создание этого прибора и инструкции было бы невозможно, если бы не совместные мозговые усилия участников форума **VRTP.ru** – "Венгерский L/C/R/ESR meter на PIC16F690":

<https://vrtp.ru/index.php?showtopic=19662&st=0>