

LCM3 или Венгерский L/C/R/ESR meter на PIC16F690

http://www.hobbielektronika.hu/kapcsolasok/lcm3_alkatresz_mero_muszer_-_kit_lehetoseg_oldal1.html

Что-то типа **FAQ** (Выборка вопросов, ответов и советов форума <http://vrtp.ru/index.php?showtopic=19662&st=0>).

Выполнено участником форума **vrtp.ru Luxin**

1. Какую версию прибора вы собирали?

1. Вообще-то это одна и та же схема, отличия очень незначительные, касаются разве что питания, и добавлен один стабилитрон для защиты. Просто одна из схем нарисована более удобной для разводки (там где все выводы идут подряд), другая - (как в статье), проще для глаз...

2. Я использовал прошивку 1.35 из архива (она вроде самая последняя, которую я нашел). Но один знакомый мне говорил, что якобы кто-то говорил на ихнем форуме, что в ней есть какие-то глюки, что-то по поводу поддерживаемого типа сердечника индуктивности (странно звучит, согласитесь) и лучше использовать 1.25.

Я лично никаких глюков не заметил (по крайней мере пока не заметил), но если буду собирать второй экземпляр, то можно попробовать и другую версию тоже, и сравнить их.

3. Я разводил плату сам, под свои детали. Добавил только пару LC фильтров по питанию, и использовал кнопки вместо тумблеров, одну с фиксацией (для L/C), вторая многофункциональная для калибровки без фиксации.

2. Интересно а обязательно использовать в этой схеме стирофлексовые конденсаторы?

Вообще-то схема L/C типичная (просто используется внутренний компаратор), но в статье очень четко сформировали требования к компонентам, а также описали критичные компоненты, к подбору которых надо отнестись очень серьезно.

Styroflex конденсаторы очень качественные и стабильные, поэтому ценятся любителями качественного звука. <http://www.banzaimusic.com/Styroflex-100pF.html>

Но это не что-то, что нельзя найти, даже в Союзе такие выпускались... Посмотрите на фото, вы их наверняка уже видели когда-то и где-то.

Кроме того, они рекомендуют полипропиленовые конденсаторы, они тоже очень стабильные и с очень низкой утечкой, их легче найти.

Для калибровки и задающего генератора также можно использовать слюдяные конденсаторы, но они еще более дорогие. <http://www.suntan.com.hk/Mica-Capacitors/>

Для ESR части, от качества конденсатора 33nF, его ESR во многом зависит точность измерений ESR. Суммарный импеданс этого конденсатора, кнопки и индуктивности на рабочей частоте не должно превышать 2,2 Ом.

Я использовал у себя все полипропиленовые конденсаторы, частото задающий - WIMA <http://www.wima.de/EN/fkp3.htm>

Они выпускают очень широкий ряд номиналов.

K10 не применяйте, иначе потом плавать будете... Это керамика, причем не лучшего качества (литая секционная). Прецизионный K71-7 хорошо в качестве калибровочного конденсатора. Для частото-задающего лучше брать стирофлексовые или слюдяные - разброс даже 20% сойдет, это не критично здесь (PCO, K78-2, K31-10, K31-11, МКР, МКТ). И полипропиленовые MKT для 33nF.

Особое внимание нужно обратить индуктивности - в статье приводятся конкретные требования к ней - собственное сопротивление не более 0,4 Ом, и ток насыщения сердечника не менее 2А (т.е. всякие малагабаритные катушечки отпадают как класс).

3. Плата [hun_LC_ESR_10_29_2011.LAY](#) от Ruslan

Плата в SL5, немного отличается от оригинальной схемы (смотрите сами).

Можно при желании ее еще ужать, у меня первоначально пустое место было заполнено "макеткой" для экспериментов.

Питание делал от сетевого адаптера. Прибор потребляет не много, можно питать и от батареи, но мне часто нужно мерять много конденсаторов...

Еще по выбору компонентов.

Танталовые конденсаторы лучше отобрать (при возможности) с минимальным ESR (на приборе C_ESR от G0 у меня было около 0,5 Ом). Чем больше их ESR, тем больше будет сказываться длина щупов при измерении L/C (их лучше делать как можно короче, или вообще без них). Я у себя использовал все полипропиленовые конденсаторы, однако, задающий WIMA FKP3. У меня вначале тоже ноль плыл, но это было из-за катушки, а не из-за конденсатора. Сейчас ноль стабильный.

Резистор R7 должен быть мощностью 0,5вт 1%, он и резистор R12 (47 Ом 1%) участвуют в калибровке. Во второй схеме вместо 180 Ом человек использовал 2 резистора по 360 Ом 0,25вт в параллель, я поступил так же. Это необходимо ради температурной стабильности.

Я использовал в своем варианте платы герконовое реле в DIP корпусе фирмы KUAN HSI марка реле D1A050000. Без изменений в моей версии платы также можно использовать Celduc D31A3100, Meder Electronics DIP05-1A66-11L, CP Clare PRMA 1A05, Sun Hold MD-T (5vdc) и подобные им, на 5в, с сопротивлением обмотки 500 ом. В случае, если внутри реле уже есть диод (смотри даташит), то его можно не ставить на плате.

Я не впаивал разъем для программирования процессора (я его запрограммировал отдельно в программаторе PICKit2).

Я тогда еще не знал, что в этом приборе есть возможность подстройки точного значения эталонного калибровочного конденсатора из Setup, с помощью 2-х кнопок, временно подключаемых к разъему ISP. Подробнее в статье...

Замечание по конструкции:

В базовой схеме практически отсутствуют элементы защиты от высокого напряжения, поэтому выпаянный электролитический конденсатор надо обязательно разрядить перед измерением!

Для внутрисхемного измерения ESR в приборе предусмотрен специальный режим IC-ESR,

который включается при подключении сменного адаптера (описан в конце статьи), в нем есть диодная защита, разрядный резистор и дополнительный разделительный конденсатор. Но и это не гарантирует надежную защиту от высокого напряжения.

Замечания по плате:

1. При повторении обратите внимание на распайку кнопок (часто они выглядят одинаково, но имеют совершенно разную распайку). А также на их положение - на плате у меня кнопки "смотрят" в разные стороны (для упрощения разводки).

Положение контактов кнопок "по умолчанию" показано на плате желтым и красным цветом в слоях S1 и S2 (просто для наглядности и проверки правильности монтажа, это не дорожки!).

2. Вместо подстроечного резистора на контрастность дисплея у меня просто делитель на резисторах 18к и 1к (при необходимости надо подобрать резистор 1к).

3. Добавлены LC фильтры по питанию, которых не было по схеме. Индуктивность $L=10...100$ мкГн, и Ferrite Bead (FB), вместо нее можно поставить такую же индуктивность.

4. Вместо резистора 180 Ом 1% 0,5вт использовано два резистора в параллель по 360 Ом 1% 0,25вт.

Вместо резисторов 1% можно использовать и 5%, но их в любом случае надо будет отобрать мультиметром, чтобы было как можно ближе к номиналу.

4. Теперь о калибровке.

Начальная калибровка в режиме С происходит при включении прибора (прибор должен быть в этом режиме при включении прибора).

Если ноль "ушел", то для калибровки надо:

1. Включить тумблер калибровки.
2. Дождаться (!) появления сообщения типа R=0238 Ом
3. Переключить тумблер обратно и убрать руки.
4. Дождаться сообщения о подтверждении калибровки типа C>0

Дело в том, что я заменил у себя тумблер на кнопку без фиксации, поэтому я пишу как я себе это представляю, могу ошибиться.

У меня получается гораздо проще - просто нажал кнопку, подержал, подождал появления сообщения R=0238 Ом, отпустил ее.

Все, калибровка делается автоматически.

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

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

1. Замкнуть контакты разъема перемычкой.

2. Включить тумблер калибровки (нажать кнопку). Будет выведена информация на экран о напряжении, прилагаемом к конденсатору, и частота измерения ESR.

3. После этого дождаться появления сообщения R= 0238 Ом, отжать тумблер (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.

Критичные компоненты для ESR - сопротивление 180 Ом 1% , 0,5вт , 47 Ом 1% , конденсатор 33 нФ х 275в обязательно высокого качества и с малой собственной утечкой (поэтому и рекомендовался Styroflex тип) - от него сильно зависит точность измерений.

У меня вначале был маленький полипропиленовый конденсатор на 63в, потом поменял на большего размера на 630в, выпаянный из блока питания лазерного принтера Самсунг.

Точность повысилась.

Да, и по поводу "загадочного" сообщения R=0,237 КОм. Дело в том, что точность в режиме ESR еще зависит от точности подбора резисторов 180 Ом 0,5вт и 47 Ом - они оба должны быть 1% или лучше. Я свои отбирал мультиметром из десятков 5%-ных, чтобы было как можно ближе...

Кроме того суммарный импеданс контактов кнопки L/C, индуктивности и емкости 33нФ не должен быть больше 2 Ом на частоте ESR. Поэтому индуктивность должна быть намотана достаточно толстым проводом (автор использовал готовую с сопротивлением 0,4 Ом).

Заявленная точность измерения сопротивлений прибором около 5% для малых значений, и 10% для сопротивлений больше 2 Ом. (Это плата за простоту прибора).

Максимально измеряемое прибором сопротивление - 30 Ом (в самой статье печатка).

Повторю кратко еще раз... Процедура очень простая.

1 Первая калибровка происходит при включении прибора, для этого прибор должен обязательно быть в режиме С.

2. Если нужно повторить калибровку в режиме С, то нужно нажать кнопку калибровки, дождаться появления сообщения R=0,239 kOhm, затем отпустить (или отжать кнопку). После этого появляется сообщение - "Switch to meas." (переключить в режим измерения), сопровождаемый подтверждением калибровки "C-->0".

3. Аналогично в режиме L, только перед калибровкой нужно замкнуть щупы (или поставить перемычку в измерительный разъем).

4. Для калибровки в режиме С_ESR надо вначале убедиться, что ноль действительно "ушел". Для этого замкнуть контакты разъема ESR (или щупы, если вы их используете).

Если R не будет равно нулю, и сильно отличаться от нуля (больше чем 2 миллиОм) то можно выполнить калибровку.

Реально показания могут немного меняться около нуля, даже уходить в минус, все-таки это не кварцевый генератор, стабильность нуля зависит от качества катушки индуктивности и конденсатора 33нФ.

Для этого опять же, нажать кнопку калибровки, дождаться появления надписи R=0.239 kOhm, после появления сообщения "Switch to meas." замкнуть щупы (контакты).

Появятся две строки с информацией о напряжении прикладываемой к измеряемому конденсатору (Uesr), а также частота измерения ESR (Fesr), после чего подтверждение калибровки в режиме ESR.

Я делал калибровку проще, т.к. у меня кнопка калибровки без фиксации. Просто замкнул контакты, затем нажал и подержал кнопку калибровки, дождался появления сообщения "R=0.239 kOhm", отпустить кнопку. И все, после этого остальное будет сделано автоматически.

5. Плата LCM3mew.lay от Eddy71

Убегание нуля победил - виновником оказался стабилитрон на 5,1в (на схеме идет с земли на контакт Q_EL). В прототипе я его не ставил и все работало. Сейчас убрал - ноль стоит как вкопанный.

6. Плата LCEsmetr_Pic16F690.zip от dantist

Выкладываю обещанную плату. Вторая сторона масса, куда соединяется заклепками земля. Одна перемычка. Реле на маленькую плату пихать не стал, Собрал на диодах а ля Crokodik, работал нормально. Оба собранных по этой схеме прибора полтора года назад подарил друзьям, поэтому участвовать в тестировании пока не могу. Конденсаторы 1000р ставил NPO, 33n ставил зеленую подушечку.

7. Прошивки

QUOTE:

Hi! You are right the pcb is "amateurish" but it works! There are other pcb projects of that instrument , one of these is here (<http://www.puzzsar.hu/esrpic16f690/index.html>). I will translate for you the notes of the author concerning the versions of firmwares.

-V1.2 version the base and tested version is (hungarian)

-V1.22 experimental version with auto power-off need some hardware

(<http://skory.gylcomp.hu/kistap/LCM3-auto-off.html>) and the low-battery indicator (hungarian)

-v1.30 experimental version with auto power-off, optimized for shielded inductor of L1, some modification of software when measuring non polarized capacitance below 1 microfarad

-v1.24, v1.32 optimized . Extention of measured inductance range to 100H, can measure the inductance of secondary coil of transformer and can indicate primary winding transformed parasitic capacity between 50 to 100 nF

-v1.25 optimized for L1 build with chock coil and v1.35 L1 build with shielded inductor. Other improvements

-low battery indicator after power-on when during the selftest the power supply is below the 5v this option is added for eliminate the alteration of measured values

-display the u and omega symbols for many exotic types of lcds

-when displaying the frequency the Hz symbol doesn't appear

-Ccal salvation improved when the calibration adapter is used

I hope you'll find my translation somewhat useful. If you have further linguistic difficulties, I'll try helping you out.

Что получается с прошивками, если индуктивность на гантельке, то нужно 1.25 заливать в контроллер. 1.35 оптимизирована вроде как для экранированной катушки.

Смотри рисунок [post-39-1334311889.jpg](#)

8. Подскажите, можно ли поставить в место конденсатора 33нФ - 0,0345мкФ K71-7 +/- 0,5% 250В?

Критичные компоненты:

C9, C10: 2 x стабильности конденсатор 1nF калибровки и диапазон имеет важное значение. Точность калибровки также является актуальной

За исключением возможно для полистирола и полипропилена или полиэстер может быть в любом случае, керамика из уступки не хорошо!

L1: небольшая потеря: 100uH индуктивности DC сопротивление 0,3 до 0,4 ?

не следует больше и хорошее качество ferritre хранится, в противном случае измерение неполяризованный конденсатор 100nF и больше старше и ESR становится неопределенным, действительно имеют резолюции/точность измерения. Это не стоит слишком много принять, нет никакого meretut не подробное описание причин. Отмечен в квадратных скобках.

C8: материал предпочтительно небольшой 33nF последовательных потерь сопротивление полипропилена, 275 V Переменного напряжения.

Все же что-то из этого можно почерпнуть...

Авторы использовали индуктор RLB0712-101, я уже приводил его datasheet.

Феррит должен быть стабильным, с током насыщения 2A или больше, сопротивление обмотки 0,3 - 0,4 Ом.

K71-7 конденсаторы имеют низкий ESR, что и требуется в нашем случае...

На что повлияет лишние 0,0015мкф, тяжело предсказать, может быть, что будет даже лучше... В любом случае, от качества этой емкости сильно зависит погрешность измерений сопротивлений.

В моем случае замена конденсатора на 63в на такой же, но на 630в уменьшила погрешность с 10% до заявленной в статье 5% в диапазоне до 1 Ом.

Дело не в напряжении, а в материале, на основе которого сделан конденсатор.

Он должен быть с минимальной собственной диэлектрической адсорбцией, а таких не очень много, и они не дешевые. Подходят полипропиленовые или стирофлексные конденсаторы, но и тут много зависит от конкретного производителя. WIMA это Германия, очень солидный производитель, которому можно доверять. С другими это как лотерея.

МКТ - это то, что рекомендовали авторы, МКР это близко, но опять же, все зависит от конкретного производителя.

Mylar достаточно стабильны, но недавно я проводил сравнительные испытания этих и других конденсаторов, у этих конденсаторов емкость медленно, но все же плывет в сторону уменьшения емкости, причем даже на глазах. Самые лучшие это слюда или стирофлекс, недаром их использовали авторы. И еще на мое удивление, очень стабильными

оказались пленочные конденсаторы по виду похожие на ваши синие 33нФ, только 1000 пФ и белого цвета (они попадались в блоках питания HP и Compaq).

Предусмотрите место для разных типов конденсаторов и индуктивностей, в данном приборе приходится их подбирать, если нет возможности купить такие же, как у авторов.

9. Кто сделал прибор, проверьте, пожалуйста - меряет ли он индуктивности от 10 нН ?

Я пробовал на свитых из проволоки - мерит близко к расчетным значениям. Но цена деления на экране как раз десятки нГн. Поэтому 10 там или 15 нГн не отличить. Будет показано 0,01мкГн.

Что касается минимально-измеряемой индуктивности в 10нН, тут еще надо оговориться, что для того чтобы этого достигнуть, нужно ставить измерительный разъем прямо на плате, как у Eddy71, или же мерять, как у меня на фото, на разъеме - если же использовать гибкие щупы, то такие мелкие индуктивности померять точно врядли сможете, будут сказываться наводки...

10. Подскажите, а советские конденсаторы КСО слюдяные 1000пФ, подойдут в качестве калибровочных?

Это лучшее, если-б еще и габариты. Для калибровочного конденсатора очень важна точность (рекомендовано 1%) и стабильность емкости. У конденсатора на фото разброс +/- 10%? Тогда надо убедиться, что его емкость действительно 1000рФ (померять на другом, откалиброванном приборе). Если отклонение очень большое, то лучше его использовать как частото-задающий, слюдяной конденсатор придаст генератору больше стабильности, чем другие типы.

На 1000 пФ не обязательно высоковольтные, но обязательно термостабильные и качественные.

11. Как этот прибор измеряет сопротивление? Я так понял, что это делается как и в режиме ESR, только емкость нулевая.

Вот корявый перевод с предпоследней страницы их форума от 17.01.2012:

ESR измерения в принципе очень проста:

Колебательный контур резонанс сопротивление $R = L / (C \times R_s)$

R_s - колебательный контур потери последовательного сопротивления в катушки и 33 нФ измеряется - это сумма значений Конди ESR.

-Стойкость к резонанс и резонансный контур канала $3 \parallel 100 \text{ к} = 33 \text{ К}$ сопротивление $feszultsegoosztot$.

Каналы $feszultsegoosztot-1,66$ напряжения V_{cc} .

-От измеренного напряжения рассчитывается из совершенный колебательный контур ESS! Решение задачи этого 85-90 кГц, измерение напряжения в КВ. 100-200 ультрафиолетовой фактического разрешения, так что $rezgokog$ напряжения КВ. 5-130 мVcc (пик пик), в зависимости от значения между ESS. (Хотя, конечно же, это значение используется для калибровки, весят L, а затем текущее значение частоты © должно быть не)

Измерения способности обязательно не вмешиваться с измерением ESR, потому что очень низкой ESR напряжение приверженность измерения.

12. Завышает сопротивление.

Судя по тому, что в формуле присутствует и L, и ESR конденсатора 33нФ, то и менять придется одно из них. Я когда поменял емкость, точность стала лучше, но у меня погрешность идет в сторону занижения показаний, а не завышений, как у вас... но это систематическая погрешность, что вселяет надежду, что можно общими усилиями найти "золотую середину". Но без экспериментов этого не выяснишь... Однако, не рассчитывайте на супер-пуер точность измерения резисторов от этого очень простого прибора, авторы скромно заявили точность 5% до 0,5 Ом, и 10% выше этого номинала. У меня конденсатор MPP типа, однако, а не МКР, может это имеет какое-то значение?

Я пробовал только 2 типа на 0,033 мкФ: сначала МКТ красно-коричневые, но с ним было плохо, все было не стабильно. Замерял емкость - оказалось 0.029. Были еще в наличии с десяток светло-зеленых с блока питания плазменных телевизоров. Марку не помню. На работе посмотрю. Так вот из 10 штук выбрал с емкостью 0,03309 (мерял E7-22). Кстати, ставил катушку на 100, 86 и 68 мкГн. Так вот с катушкой на 68 мкГн - прибор не заработал. Не знаю почему. Это была смотанная катушка на 100 мкГн.

С катушкой 68 и у меня R и ESR не мерял. Как я догадываюсь, после Google-перевода, автор прибора на венгерском форуме рекомендует подбором катушки и 0,033 добиваться max U при калибровке ESR (>400mV), что скажется на точности измерений, хотя и значение 160-180mV считает приемлемым. У меня на разных катушках получалось > 300mV, но видимо из за моего МКР погрешность оставалась прежней.

Странно, в самой статье автор рекомендует:

QUOTE:

ESR measurement of the exact condition that the 100uH and consisted of 33 + 1nF $rezgokor$ serial resistance loss should not be 1,5-2 greater than ?. The AC is aggregated here (90kHz), the resistance of the ESS 33nF je, the switch and contact resistance of csatlakozok and a few other factors. This can be verified that the input position © rovidrezarjuk, elko, and the L/C input, 100-130 mV voltage shall be measured in peak-peak (about 30-40 mV RMS value). If lower, at a reduced resolution and accuracy of the measurement (2mOhm around value available).

Т.е. напряжение должно быть 100-130мв...

С катушкой 68 мкГн и емкостью как на фото выше, у меня при калибровке показывало напряжение около 50мв и частоту ESR 104кГц.

Сегодня решил еще с ним поиграться, поменял катушку, поставил маркированную 100мкГн (на самом деле она оказалась 90мкГн - мерял на другом приборе).

В результате стало занижать еще больше (после калибровки)!

Тогда я нашел у себя другой полипропиленовый конденсатор (голубого цвета, выдран был когда-то из CRT TV), поставил его, и все стало показывать нормально, и занижение ушло!

Резистор 0,1 ом померял как 0,098-0,102 , 0,680м - как 0,683 . Завышает только для проволочных резисторов, но это вполне объяснимо...
Осталось только небольшое колебание нуля после калибровки (вызванное нестабильностью частоты LC генератора, все-таки это не кварцевый генератор), это и обуславливает некоторое плавание показаний.

Как бы то и было, тип конденсатора имеет очень большое значение...
И... Eddy71 наверное будет смеяться, но этот конденсатор оказался на 400в! Неужели это тоже имеет значение?...

Для статистики, напряжение ESR при калибровке стало 76мв (раньше было 50), частота ESR 88,7 кГц.

P.S. Еще маленький нюанс - если будет менять какие-либо компоненты, не забывайте сделать повторную калибровку во всех без исключения режимах!

Прибор запоминает последние значения калибровки, и если что-то поменялось, то показания будут искажаться.

13. У меня во время калибровки ESR "0" не стоит точно, а постоянно меняются показания: -15, 15, 0 -17, 25, 0.. И так сколько не жди. Как у Вас? стоит точно "0"?

Точно ноль держать врядли получится, поскольку для измерения используется LC генератор, а у него всегда будет какая-то нестабильность частоты... Да и для этого сопротивление измерительных контактов тоже должно быть очень надежным.
У меня вначале тоже показания менялись в подобном размахе (от -10 до +10 милли-ом), сейчас после последней замены конденсатора и катушки показания нуля колеблются гораздо меньше (+5/-5, в основном +/-2)... Т.е. это очень зависит от качества катушки индуктивности и емкости 0,033мкФ, и в меньшей мере емкости 1000пФ задающего генератора, поскольку из них состоит контур для измерения ESR.
Думаю, что и у других тоже нестабильность нуля тоже есть - это плата за простоту прибора и использованного метода измерения... ее можно только уменьшить, если подбирать эти компоненты, избавиться же от нее совсем не получится.

14. Что-то много у них версий на форуме выложено. У кого пик в панельке, мож попробуйте?

<http://www.hobbielektronika.hu/forum/?sf=1...-03&s=Keres%E9s>

15. Какое напряжение Uesr0? К чему стремится надо?

Я писал на прошлой странице, после последних замен индуктивности и емкости 33нФ напряжение стало 76мв, частота 88,7 кГц, судя по тому, что писалось в статье, тоже не идеально... А стремиться надо к тому, чтобы показания при измерении резисторов были как можно ближе к "правильным", и частота генерации была наиболее стабильной (это видно, когда показания нуля при замкнутых щупах "плавают"). А как это лучше сделать, это еще до конца не изучено, могу лишь сказать из своего небольшого опыта, что на это очень влияют применные тип катушки и емкости 33нФ, а так же сопротивление контактов кнопок.

Надо экспериментировать...

Вот зависимость Uesr от типа сердечника 275084828fd753a48701ff6f67b9c99d.jpg

Кольцо зеленое- вроде это расплавленное железо с рассредоточенным немагнитным зазором по всему кольцу. Картинка 3 похож на пресспермаллоевое кольцо.

5 картинка, вроде феррит с маленькой магнитной проницаемостью, такие кольца блестящи используется для подавления электромагнитных наводок... Пропускают сигнальные провода через такие кольца.

На ихнем форуме автор даёт некоторые рекомендации по использованию магнитопровода и проводов.

QUOTE:

You may improve your coil further, by using Litz wire, as it has better high-frequency behaviour than using just a single wire.
With Litz wire and pot core, you can reach around 400mV measurement voltage(the higher the better, for resolution?), compared to the about 140mV occurring, with the standard open-type inductor. You can see your measurement voltage after ESR calibration, so you can easily check.

Теперь понятно: чем напряжение больше, тем лучше. И сердечник лучше броневого юзать (СВхх). И провод литцендрат.

Из фото катушек получается, что Uesr увеличивается с ростом добротности онных. Большая добротность даст также увеличение верхнего предела для не электролитических конденсаторов.

16. Плата LCM3.LAY1.LAY

Вот плата LCM3 с форума hobbielektronika.

Плата гораздо лучше сделана, чем авторская...

17. Плата LCM3_v2.lay от vldemar

Вот плата SSOP, кто просил.LCD под провода, позже буду переделывать под разъем.

Перебрал несколько версий прошивок, никаких особых различий не нашел, залил 1.35. У кого проц запаян, достаточно выпаять кондер 1н и индуктивность и можно спокойно перешивать. Для получения хорошей стабильности индуктивность желательно заливать компаундом.

18. Почему отрицательный ESR?

Здесь обсуждали причину <http://www.hobbielektronika.hu/forum/topic...79.html#1163279>

QUOTE:

The negative value of ESR is some error, it hasn't been investigated fully yet, but there's been some talk on the topic, some time ago here on the forum, and someone has found that one of the Tantalum capacitors in the circuit affect this behaviour, more

precisely the esr of that exact cap.
Though if you zero the instrument, it should go to zero, and stay there at least till you switch it off and on again...
So the negative value is because the esr of the measurement circuit of the instrument is drifting... and because, the reading is computed using a previously saved calibration value, this drifting can make the final measured value negative on the display...

Перевод:

"Отрицательная величина ESR это некоторая ошибка, до конца не изученная, однако это немного обсуждалось некоторое время назад здесь на форуме, и кто-то обнаружил, что один из танталовых конденсаторов в схеме влияет на такое поведение, вернее сказать, именно его ESR влияет.

Хотя вы калибруете прибор, он должен обнуляться, и должен оставаться на нуле как минимум до тех пор, пока вы не выключите и включите прибор снова.
Так что отрицательная величина это потому, что ESR измерительной схемы "уплывает". И поэтому показание, вычисленное используя сохраненное ранее калибровочное значение, это "уплывание" может сделать последнее измеренное значение отрицательным на дисплее."

В самом деле, когда я отбирал детали на свой прибор, я выбирал танталовые конденсаторы с минимальным ESR из кучи одинаковых (прибором от GO из соседней ветки, с ESR не больше 0,5 Ом). Я просто из опыта по другим подобным приборам это делал, может поэтому я и не столкнулся с такой проблемой.

19. Что значит надпись m60?

QUOTE:

The memory effect of the capacitor. Charges the capacitor to a DC voltage, keeps it alone for a time, and checks for the voltage on the capacitor.

No, the lower the better, for m60 memory, i think its something like a bad cap removed from some power supply, a good electrolytic cap has about m20 or less, at least most ones i've checked had that value, and a really good one can have m1-2, these are mostly foil caps, but really really good electrolytic ones can have that good values too.

Перевод:

"Эффект памяти конденсатора. Конденсатор заряжается постоянным напряжением, затем оставляется в покое на некоторое время, после этого проверяется напряжение на конденсаторе."

"Чем меньше "m**", тем лучше, для m60 памяти, я думаю это что-то похожее на плохой конденсатор из какого-то блока питания, хороший же электролитический конденсатор имеет m20 или меньше, по крайней мере большинство из них которые я мерял, имели такую величину. И наилучшие могут иметь m1-m2, это в основном фольговые конденсаторы (думаю, что правильнее перевести как металлизированные, но не электролитические - прим. переводчика). Однако действительно очень хорошие электролитические конденсаторы могут иметь такие величины тоже."

Теперь понятно также, что означают буквы и цифры типа m60 в строке где показывается емкость - это эффект памяти конденсатора. Т.е. чем меньше это значение, тем лучше качество конденсатора - m60, как он говорит, это скорее плохой конденсатор из блока питания, хороший электролит - m20 и меньше...

20. А нельзя ли подразумевать под "эффектом памяти" ток утечки?

Не совсем так - вот что по этому поводу говорит Wikipedia.

QUOTE:

Some types of dielectrics, when they have been holding a voltage for a long time, maintain a "memory" of that voltage: after they have been quickly fully discharged and left without an applied voltage, a voltage will gradually be established which is some fraction of the original voltage. For some dielectrics 10% or more of the original voltage may reappear. This phenomenon of unwanted charge storage is called dielectric absorption or soakage, and it effectively creates a hysteresis or memory effect in capacitors.

Перевод:

Некоторые типы диэлектриков, когда к ним приложено напряжение в течение длительного времени, также держат "память" об этом напряжении: после того что они быстро и полно разряжены и оставлены без приложенного напряжения, напряжение постепенно восстанавливается на какую-то часть от оригинального приложенного напряжения. Для некоторых диэлектриков эта величина может составлять до 10% от первоначального приложенного напряжения. Этот феномен нежелательного держания напряжения называется диэлектрической адсорбцией или насыщением диэлектрика, и это создает гистерезис или эффект памяти в конденсаторах.

QUOTE:

Some dielectrics have very low dielectric absorption, e.g., polystyrene, polypropylene, NPO ceramic, and Teflon. Others, in particular those used in electrolytic and supercapacitors, tend to have high absorption.

Перевод:

Некоторые диэлектрики, такие как полистирен, полипропилен, NPO керамика и тефлон, имеют очень низкую диэлектрическую адсорбцию. Другие, в частности используемые в электролитических и супер-конденсаторах, имеют тенденцию к большой диэлектрической адсорбции.

Примечание: поэтому в качестве конденсатора 33nF должен быть конденсатор с низкой собственной диэлектрической адсорбцией, чтобы не вносить погрешность в показания. Кроме измерения этой диэлектрической адсорбции (или эффекта памяти), прибор еще меряет тангенс дельта (в V1.35 прошивки).

QUOTE:

Tan-delta is the tangent of the phase angle between voltage and current in the

capacitor. This angle is sometimes called the loss angle. It is related to the power factor which is zero for an ideal capacitor.

Перевод:

Тангенс дельта это тангенс фазового угла между напряжением и током в конденсаторе. Этот угол иногда называют углом потерь. Это имеет отношение к коэфф. мощности, в котором ноль это для идеального конденсатора.

Вот это и есть потери в диэлектрике. Для нашего прибора - чем меньше закрашен прямоугольник после слова ESR, тем меньше Tg дельта (и соответственно, более качественен конденсатор). Конденсаторы с повышенным ESR или низкочастотные, как правило, имеют полностью закрашенный прямоугольник...

21. Как выполнить калибровку через разъем для программирования?

Схема подключения post-39-1329419530.jpg. После включения, на индикаторе появится емкость калибровочного конденсатора (у меня 1002 пФ). При помощи кнопок ее можно изменить. Кстати, если использовать кнопки "Калибровка" и "L/C", емкость будет меняться очень быстро.

Но после того, как выставил емкость 1000 пФ, ее нужно запомнить, отключив схему.

Т.е. последовательность действий:

1. Замыкаем GND и VPP
2. Включаем прибор
3. Нажимаем кнопку калибровки. На экране появится емкость.
4. Замыканием PGC или PGD на GND, выставляем нужные цифры.
5. Размыкаем GND и VPP.

Все. Калибровочная емкость установлена.

Пробовал калибровать... Правда у меня калибровка происходила чуть по другому (Прошивка 1.35)

1. Замыкаем GND и VPP
2. Включаем прибор
3. Нажимаем кнопку калибровки. На экране появится емкость. Она сразу начинает расти от 1002пФ до 1203пФ. когда доходит до нужного значения нажимаем L/C. Цифры останавливаются. В это время размыкаем GND и VPP.

4. Если вдруг перескачили, то надо нажать L/C (если еще не нажата). А затем нажимаем кнопку "калибровка" выставить нужное значение на уменьшение.

Если надо выставить меньше емкость, то надо нажать L\C. Цифры бежать перестают... Нажимаем кнопку "калибровка" (или удерживаем ее). Цифры уменьшаются... Я пробовал, у себя, нажимать на PGC или PGD на GND. Реакции не какой. Похоже разные версии прошивки?

У меня тоже версия 1.35.

Еще раз не поленился, проверил.

Для калибровки пользовался ТОЛЬКО кнопками "Калибровка" и "L/C"

На разъеме VPP и GND замкнуты.

Начальное состояние: обе кнопки отжаты.

Включаем прибор.

На индикаторе $F0=521.4$ $Fcal=373.3$

Потом $Cx = 0.0$ pF

Нажимаем кнопку "Калибровка"

На индикаторе $Ccal=1.000$ nF

Отжимаем кнопку "Калибровка", емкость начинает увеличиваться.

Нажимаем кнопку "Калибровка", емкость останавливается.

Нажимаем кнопку "L\C", емкость начинает уменьшаться.

Отжимаем кнопку "L\C", емкость останавливается.

По непонятным причинам емкость может меняться как очень быстро, так и медленно. У меня емкость ускоренно увеличивалась до 1.000 nF. А потом сильно замедлялась.

После выставления 1.000 nF, VPP и GND размыкаем.

Выключаем прибор. Емкость откалибрована.

Я понял в чем у нас разница... У меня кнопка "калибровки" без фиксации!

До 1000пФ. отчет идет 999.9пФ-999.8пФ-999.7пФ-999.6пФ... После 1000пФ 1001пФ-1002пФ-1003пФ.

Тоже 1002 пФ было на дисплее при такой калибровке. Кнопки Le Fel не припаивал, проводком на корпус пару раз коротнул 1000 пФ стало, разомкнул Vpp(от корпуса), выключил прибор. После проверил ещё раз, 1000 пФ сохранилось. Емкости подбирал с точностью +1%.

А я держу кнопка CAL нажата, и потом замыкаю пин 18 или 19. Потом отключаю пин 4 от маса и отпускаю кнопка CAL. (ver 1.35)

22. Если после лития поставить 34063, не будет ли она влиять на измерения?

Пульсации будут сказываться, т.к. даже 1мВ пульсаций (а реально он будет больше) будет соизмерим с амплитудой напряжения на измеряемом конденсаторе (50-150мВ), т.е. показания будут менее стабильны.

Я ставлю после 34063 еще аналоговый регулятор 78L05, или (что лучше), 1117-50 или LP2950-5 (надо рассчитывать выходное напряжение преобразователя чтобы было 8-9в).

23. Я вот сделал по результатам экспериментов такую фотографию post-39-1330203417.jpg. В порядке увеличения номера стабильность емкости становится хуже для частотно-задающего конденсатора.

1. Слюдяные (Silver Mica).
2. Styroflex (аналогичные тем, что показал Gant выше).
3. Полипропиленовый Philips 1000пФ (у него реальная емкость ровно 1000 пФ!)
4. Mylar (оригинальный).
5. Поликарбонатный (производитель неизвестен).
6. Пленочный, внешне похож на стирофлекс, но хуже.
7. Mylar (клоны).

По поводу замен, кстати...

Сегодня провел еще пару экспериментов на своей старой плате, чтобы поднять напряжение ESR и увеличить точность.

1. Поменял конденсатор 33нФ, сделал повторную калибровку, но напряжение почти не изменилось...

2. Потом поменял катушку индуктивности на немного меньшего размера (8 мм диаметр), чем была раньше (10мм), с номиналом почти точно 100μH (раньше было 90μH). Напряжение сразу поднялось с 76мВ до 115мВ, соответственно точность заметно возросла (по крайней мере, резистор 1,5 Ом 0,5% прибор показал точно 1,5 Ом). И ноль в режиме ESR стал еще стабильнее держать. Так что если не удастся получить напряжение выше 100мВ с вашим конденсатором, попробуйте поменять индуктивность

24. Плата Vengerskiy_C_L_ESR.lay от snc

Единственно кнопки придется кнопки со стороны печати запаивать, либо дисплей на проводах на 180 закручивать т.к. назначение портов делались под дип.

Да с кнопками я прошиб. Но плата 100% рабочая. Да и детали получаются под индикатором потому как с другой стороны расположен Li-Ion аккумулятор.

25. Провел небольшое исследование по катушкам.

Кольцо 1000НМ 10*6*4,5 13 витков 0,62мм 146мВ 97кГц

Кольцо 1500НМ 20*12*6 9 витков 0,62мм 225мВ 91кГц

Кольцо 400НМ 16*8*6 14 витков 0,8мм(пробовал и литцендрат - разницы нет) 332мВ 99кГц

Кольцо 2000НМ 16*8*6 7 витков 0,8мм 246мВ 91кГц - но не измеряет паразитную емкость катушек!

Есть еще кучка катушек и на гантельках, и на кольцах и на броневых сердечниках, но данные не привожу. Параметры все равно хуже, чем у кольца на 400. Да и повторить проблематично - неизвестна проницаемость.

Единственное - на желтых кольцах из БП принтеров. Было лень мотать - соединил два кольца обмотками последовательно - около 80 микрогенри получилось. Частоту не помню, напряжение - 80 мВ.

На кольца из альсифера нужно много мотать - намотал 20 витков - около 20 микрогенри.

С кольцом еще одна проблема - оно замкнуто. А автор вроде бы писал о необходимости зазора. Т.е. гантелька предпочтительней. И наверно стоит намотать литцендратом.

На тех гантельках, что есть у меня, больше 150 мВ не получалось. А на кольце - запросто. Можно попробовать намотать на обломке стержня магнитной антенны - тоже 400НН

Я литцендратом пробовал. При диаметре провода (моножила) 0,8мм замена его литцендратом не дала результата. Очевидно площади поверхности провода хватает для этих токов.

Проблема с кольцами это то, что нужно учитывать ток насыщения сердечника (должен быть не меньше 2А), маленькие кольца поэтому малопригодны. Кроме того, очень часто их параметры сильно плывут (по сравнению с "гантельками"), что отрицательно сказывается на стабильности частоты в режимах L и C.

В тоже самое время на некоторых типах "гантельки"

<http://imageshack.us/f/15/zavojnica.jpg> можно получить замечательные результаты, вот например посмотрите что получилось на фото у Feko:

<http://www.elektronika.ba/forum/viewtopic...=12141&start=20>

Пробовал на броневом сердечнике B20. Проницаемость неизвестна... 7 витков провода 0,8 мм. Индуктивность вышла 85 мкГн результат 291,2мВ 94,2кГц ради эксперимента подключил катушку, выпаянную из монитора. Гантелька, литцендрат. 120мкГн - 369 мВ 80кГц.

Последний вариант лучший. Только я б посоветовал витки закрепить. Я сперва не мог понять, чего у меня периодически ноль сбивается. Оказалось проводок если сдвинется в катушке.. Накапал термоклея и теперь ничего не шевелится.

Опматал, чтобы частота была поближе к 100кГц. Получил 75мкГн 364,6мВ 99,3кГц Витки держатся термоусадкой. (Диаметр - 13мм. Высота около 30мм. Литцендрат в розовой волокнистой оплетке.)

26. Плата Hungarian_LC_ESR_Meter_03_04_2012_Ruslan_V2.LAY от Ruslan

Сделал еще один приборчик, и заодно попробовал несколько идей, которые пришли в голову...

1. Переделал немного свою предыдущую плату под несколько типов реле, теперь можно использовать любое из реле, приведенных на первой странице.

2. Уменьшил немного плату, разведена под маленький 10-pin дисплей от факса Panasonic, но пока использовал обычный стандартный 2x16.

3. Добавил ISR разъем, теперь можно легко подгонять калибровочную емкость, раньше надо было подпаивать кнопки.

4. Использовал LDO стабилизатор, т.к. планирую использовать 8,4V Li-Ion батарею для питания. (Можно и от 3,7в с преобразователем на 8в)

5. Уменьшил частото-задающий конденсатор до 680пФ (вместо 1000пФ). Это увеличило частоту генерации в режиме LC до 600 кГц, что немного увеличило разрешение для мелких емкостей. При этом частота ESR осталась прежней, т.к. частоту в этом режиме задает в основном конденсатор 33пF а не 1000pF (1000пФ составляет очень малую долю, чтобы повлиять сильно).

Пробовал ставить емкость 470пф, но почему-то не пошло, видимо есть какое-то ограничение?

6. Использовал катушку залитую компаундом, правда, "стаканчик" пластиковый, а не ферритовый. Совместно с конденсатором <http://vrtp.ru/index.php?act=Attach&type=post&id=404946> напряжение ESR составило 166мВ. При этом получилась хорошая точность при измерении резисторов, хорошо меряет даже начиная с 0,025 Ом (меньше не было в наличии).

Из моих опытов - наилучшие (наиболее стабильные) катушки это те, на которых есть

маркировка, номинал с отклонением, или этикетка с кодом... Лучше, если они залиты компаундом... Немаркированные (или "nopame") индуктивности имеют гораздо большую тенденцию к нестабильности параметров...

27. Сегодня тоже провёл пару экспериментов с катушкой и конденсатором 33н.

Вывод: 1. Uesr зависит и от конденсатора 33н и от качества катушки. На большой плоской гантельке мотал проводом 0.1 в 4 жилы, 7 жил и 12 жил (правда одинакового значения индуктивности не добился). Лучший результат - 7 жил, т.е. диаметр провода 0,7 - 0,8 мм. Хороший результат и на маленькой гантельке проводом 4*0,1. Верное значение измеряемого сопротивления очень зависит от катушки. Убедился, что Ruslan прав - лучшие результаты получаются с конденсатором FKP и МКР. Добился максимального значения Uesr - 269 мА. Прибор стабилен и имеет хорошую точность. Не жалею что потратил на него кучу времени. Осталось облачить в корпус. Результаты анализа в прилагаемых файлах analiz_snimok1.jpg и analiz_snimok2.jpg

28. Что надо сделать с катушкой, чтобы напряжение Uesr не зависело от положения на плате и положения окружающих элементов? Напрашивается логичное решение - поместить в экран, который заземлить, или я ошибаюсь?

Пробовал катушку на, большой гантельке индуктивность 97,7 уН, провод 10*0,1. Если припаяна вне платы на проводах - Uesr - 249.1 мV. После установки на плату - 147,5 мV. Проложил сложенную вдвое фольгу от сигаретной пачки между индикатором и катушкой - Uesr - 30,3 мV, переместил фольгу под плату - Uesr - 85.1 мV, если фольга под платой и между индикатором - Uesr - 43.4 мV. Обмотал полоской фольги катушку по кругу - Uesr - 50,4 мV. Соответственно с падением Uesr, падает и точность измерения до 30%.

Сложно что-то посоветовать, если учесть тот факт, что мало кто из нас повторял то что вы сделали (я и не знал, что такая большая разница может быть только из-за вынесения катушки за пределы платы). Вообще-то рекомендуется использовать катушки в закрытом магнитном экране (ферритовой чашке), у них меньше влияние "из-вне". Но такие тяжелее найти нужного номинала, чем обычные "гантельки".

Намотал катушку на броневом сердечнике диаметром 18 мм с неизвестными характеристиками (меньший был, но распался). Вне платы Uesr - 260, а вне платы, но плотно завернутый в алюминиевую фольгу Uesr - 186, если фольгу подключить к минусу Uesr - 175. Уже лучше.

На мой взгляд от Uesr очень зависит максимальное значение измеряемого сопротивления и точность измерения сопротивления и индуктивности. При Uesr = 214 мА Rmax было 27 Ом. При Uesr = 370 мА Rmax повысилось до 40 Ом, и даже до 60 Ом, но точность при R > 40 Ом резко падает и показания не стабильны.

Продолжил сегодня эксперименты с катушками. Помнится, кто-то уже писал в этой ветке, что можно получить более высокое Uesr, если использовать катушку с большим, чем 100 мкГн, номиналом, и из нее сделать 100 мкГн (смотав "лишние" витки, например). Решил попробовать... у меня есть маленькие маркированные катушки 220 мкГн. Смотал "лишние" витки, получилось 98,9 мкГн. Uesr получился около 250 мV, что неплохо... однако, с такой катушкой стабильность частоты получается хуже, чем с "родной" 100 мкГн, у которой напряжение ниже. Похоже, что нужно все же искать "золотую середину"...

29. Мерял электролитический конденсатор в электронном балласте и вдруг - необычное показание на индикаторе. Кто знает что это значит ic-ESR?

Это режим внутрисхемного (In-Circuit) измерения ESR (аналогично как это делают стрелочные пробники). В таком режиме используются дополнительные элементы защиты от заряженного конденсатора. Когда прибор видит 1-2 диода, то работает в такой режим. Схему дополнительного адаптера приведена в статье. Конденсатор 1 мкФ должен быть высоковольтным (250В или больше) полипропиленовым (подобные использовались почти во всех компьютерных блоках питания). Показывает только ESR.

30. С какого номинала индуктивности начинается измерение паразитной емкости катушки?

Собрал все индуктивности, которые были на столе, в цепочку. У меня паразитная ёмкость появляется при 2,3 мН, а при 2,1 мН её нет.

Спасибо, это подтверждает мои опыты (Ср начинается с 2,2 мГн).

Взял индуктивность с подстроечным сердечником 2,0 мГн в положении минимума вкрученного сердечника, медленно вкручиваю по пол витка, индуктивность медленно увеличивается, 2,035...2,045...2,055... 2,081 и вот тут начинается самое интересное - прибор начинает измерять паразитную емкость, но !!! Показания становятся 2,035 и паразитная емкость 24 пФ. Отключаю катушку от зажимов, затем опять подключаю, в первый момент прибор фиксирует 2,084 мГн но сразу переходит в режим индикации паразитной емкости и показывает 2,035 мГн и 24 пФ емкость.

Вывод- граница входа в режим установлена, но надо иметь ее в виду. Типа для каждого прибора каждый сам должен знать где она и иметь в виду несоответствие показаний в данном участке.

Все логично... когда начинается учет паразитной емкости, то и показания будут корректироваться с учетом этой емкости, соответственно будут немного меньше.

31. Проскакивала информация о попытках экранировать весь корпус прибора, может кто пробовал?

На мой взгляд и опыт, экранировать корпус нет смысла. В приборе нет активных аналоговых элементов, которые работают на малых токах и напряжениях, как в других подобных приборах. Экранирование ничего не даст, а только ухудшит условия работы катушки. Заметил небольшое влияние (до 10 pF) положения шупа и руки в режиме измерения ёмкости, оно и понятно. Если калибровать, держа щуп в руке, непосредственно перед измерением, ошибки не будет.