

RLC-метр CEM DT-9935

Інструкція з експлуатації



Необхідно уважно ознайомитись з інструкцією перед початком роботи. В інструкції міститься важлива інформація щодо безпечної роботи з приладом.

Зміст

1. Загальні відомості щодо безпеки	3
2. Правила техніки безпеки	3
3. Функціональний опис	4
3-1 Вступ	4
3-2 Технічні особливості	4
4. Панель керування	5
4-1 Опис передньої панелі	5
5. Увімкнення живлення приладу	6
5-1 Встановлення елементів живлення	6
5-2 Індикація низького заряду батареї	6
6. Функціонування	7
6-1 Характеристики точності	11
7. Додаткова інформація	15
7-1 Вибір тестової частоти	15
7-2 Вибір паралельного та послідовного режимів вимірювання	16
7-3 Відхилення точності вимірювань	16
7-4 Захищений роз'єм	17

1. Загальні відомості щодо безпеки

Наступні вимоги безпеки стосуються оператора та обслуговуючого персоналу та повинні дотримуватися під час експлуатації, обслуговування та ремонту приладу.

Не працювати у вибухонебезпечній атмосфері

Не користуватися приладом у присутності легкозаймистих газів або пари. Робота в таких умовах може бути небезпечною.

Не розбирати прилад

Оператору заборонено знімати кожух приладу. Заміну компонентів та налаштування приладу повинен виконувати лише кваліфікований спеціаліст.

Не змінювати деталі та не вносити конструктивних змін

Не встановлювати деталі, які не схвалені виробником, та не вносити конструктивні доробки у пристрій. Слід передати пристрій дистриб'ютору для обслуговування або ремонту.

Попередження

Сигнальні слова **Попередження** та **Увага**, наприклад, у наступних прикладах, вказують на небезпеку та зазначені на сторінках цього матеріалу. Дотримуватись усіх інструкцій, які супроводжують дані слова.

Попередження звертає увагу на робочі процедури, методи або умови, при невиконанні яких оператор може отримати серйозну травму з летальним кінцем.

Увага вказує на робочі процеси, методи та умови, при недотриманні яких може виникнути поломка або вихід з ладу окремого вузла (приладу в цілому).

2. Правила техніки безпеки

Необхідно дотримуватись наступних правил безпеки для забезпечення безпечної роботи приладу:

- Цей прилад призначений для експлуатації у приміщенні на висоті до 2000 м.
- Необхідно ознайомитися з попередженнями та запобіжними заходами перед експлуатацією приладу.
- При вимірюванні компонентів електроланцюга спочатку необхідно вимкнути ланцюги та розрядити компоненти перед підключенням тестових проводів.
- Розрядити конденсатор перед випробуванням.
- Використовувати прилад лише відповідно до вимог, наведених в інструкції. В іншому випадку захист приладу може бути порушений.
- З приладом постачається шість стандартних елементів живлення 1,5В.

Увага



Не вимірювати характеристики конденсатора, якщо він повністю не розряджений. Підключення повністю або частково зарядженого конденсатора до вхідних контактів приладу призведе до його поломки. При вимірі ланцюга його необхідно вимкнути та розрядити перед підключенням тестових проводів. При експлуатації в запилених умовах пристрій необхідно періодично очищати і протирати. Не піддавати прилад впливу прямих променів світла протягом тривалого часу. Перед зняттям кришки перевірити, чи прилад від'єднано від ланцюга та вимкнено електроживлення.

3. Функціональний опис

3-1 Вступ

LCR-метр дозволяє вимірювати індуктивність/ємність/опір, а також коефіцієнт загасання (D), добротність (Q), тангенс кута діелектричних втрат (θ), еквівалентний послідовний та паралельний опір (ESR і Rp). Прилад оснащений автоматичним режимом вибору діапазонів вимірювань для контролю опорів постійного та змінного струму. Тому користувач може вимірювати параметри LCR у режимі AUTOLCR без перемикання режимів приладу вручну.

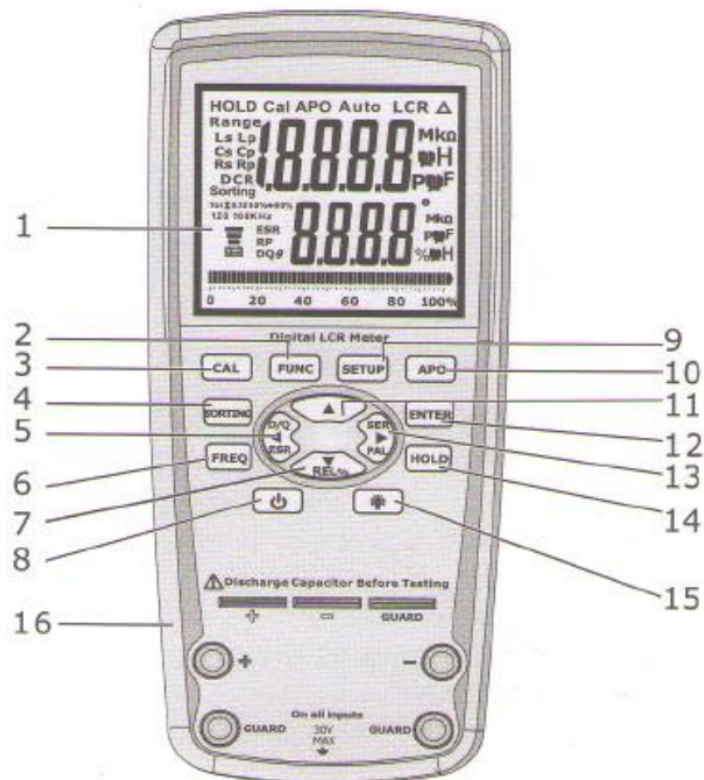
Прилад дозволяє вибрати одну із п'яти частот тестування 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц залежно від типу компонента, що тестується. Залежно від імпедансу компонента можна проводити вимірювання за послідовною або паралельною схемою.

3-2 Технічні особливості

- Подвійний РК-дисплей.
- Перевірка та вимірювання в автоматичному режимі AutoLCR.
- Схеми послідовного/паралельного підключення.
- Вимірювання параметрів: Ls/Lp/Cs/Cp та D/Q/ θ /ESR.
- П'ять частот тестування: 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц.
- Напруга вимірювання: 0,6 мВ Vrms.
- Діапазон тестування (F=1кГц).
- Індуктивність: 200 мкГн ~ 2000 Гн.
- Ємність: 2 пФ ~ 2 мФ.
- Опір: 2 Ом ~ 200М Ом.
- Багаторівневий детектор напруги батареї.
- Підсвічування та звукова сигналізація.
- Первинний екран параметрів:
 - Ls: Індуктивність при послідовному підключенні.
 - Lp: Індуктивність при паралельному підключенні.
 - Cs: Місткість при послідовному підключенні.



- C_p : Ємність при паралельному підключенні.
- R_s : Опір під час послідовного підключення.
- R_p : Опір при паралельному підключенні
- Вторинний екран параметрів:
- θ : тангенс кута діелектричних втрат.
- ESP: еквівалентний послідовний опір.
- D: коефіцієнт загасання.
- Q: добротність.

4. Панель керування



4-1 Опис передньої панелі

1. РК-дисплей.
2. Кнопка вибору режимів (Auto LCR/L/C/ACR/DCR).
3. Кнопка режиму калібрування.
4. Кнопка режиму сортування.
5. Кнопка режиму виведення даних вторинного екрану (коефіцієнта загасання (D), добротності (Q), тангенсу кута діелектричних втрат (θ), еквівалентного послідовного (ESR) та паралельного (R_p) опорів) та зміни параметра сортування ◁.
6. Кнопка вибору тестової частоти.
7. Кнопка відносних вимірювань та кнопка зміни параметра сортування ▽


8. Кнопка увімкнення /вимкнення живлення приладу.
9. Кнопка налаштування параметра сортування.
10. Кнопка АВЖ (автоматичне вимкнення живлення).
11. Кнопка зміни параметра сортування .
12. Підтвердження та введення параметра сортування.
13. Кнопка режиму фіксації показань на екрані «Hold».
14. Вибір схеми послідовного та паралельного вимірювання та кнопка зміни параметра сортування .
15. Кнопка підсвічування екрану.
16. Вхідні роз'єми (подовжньо-підпружинені контакти) та контакти для вимірювання позитивного, негативного значень, захищений контакт (див. «Захищений роз'єм» у розділі «Додаткова інформація»).

5. Увімкнення живлення приладу



До початку роботи з приладом необхідно встановити елементи живлення та увімкнути його.

5-1 Встановлення елементів живлення

У LCR-метрі використовуються елементи живлення, тому він переносний. У ньому встановлюється шість батарей напругою 1,5 В.

- Перевернути пристрій. Розкрити задню підставку, за нею розташований гвинт кріплення кришки відсіку батареї. За допомогою викрутки викрутити гвинт і зняти кришку.
- Встановити шість елементів живлення напругою 1,5 В у відсік приладу. У відсіку нанесено маркування (+) та (-) на контактах приладу. Тому при встановленні необхідно дотримуватися полярності розміщення елементів живлення.
- Встановіть кришку батарейного відсіку на місце. Закрутіть гвинт і затягніть викруткою. Натисніть і утримуйте кнопку  протягом 2 секунд, щоб увімкнути прилад.

5-2 Індикація низького заряду батареї

Прилад оснащений індикатором  низького заряду акумулятора, який попереджає користувача про необхідність заміни елементів живлення. При появі на екрані символу  робоча напруга приладу падає нижче встановленого значення. У цьому випадку знижується точність вимірювань і рекомендується якнайшвидше замінити елементи живлення. Додаткові відомості див. у розділі «Встановлення елементів живлення».

6. Функціонування

У наступній таблиці для кожного режиму наведено доступні функції, які позначені як «◇».

Кнопки	FUNC	HOLD	Dqθ	S/P	BKLIT	SORT	FREQ	REL%
AUTOLCR	◇	◇			◇			◇
L	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
C	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
ACR	◇		◇	◇	◇	◇	◇	◇
DCR	◇	◇			◇	◇	◇	

Увімкнення та вимкнення живлення

Після включення електроживлення всі сегменти РК-дисплея включаються на 2 секунди. Потім розпочинається процес ініціалізації. За замовчуванням включається режим AUTOLCR, тестова частота становить 1 кГц. При натисканні кнопки живлення при увімкненому пристрої прилад вимикається. На РК-дисплеї відображається OFF (Вимкнено).



Автоматичне вимикання живлення

Для підвищення терміну служби елементів живлення є режим АВЖ. Можна увімкнути або вимкнути режим АВЖ натисканням кнопки АВЖ, на дисплеї приладу з'явиться результат цієї дії. Якщо всі функціональні кнопки не натискаються або вимірювання імпедансу не проводиться протягом 5 хвилин, система тричі подає звуковий сигнал перед автоматичним вимкненням живлення. Під час подачі сигналу пристрій продовжує роботу (при натисканні будь-якої кнопки). Якщо кнопки не натискаються, живлення приладу вимикається.

Звуковий сигнал

При натисканні активної кнопки панелі спрацьовує звуковий сигнал. При натисканні «недоступної» кнопки сигнал звучить двічі.


Підсвічування

Якщо користувач натискає кнопку  , вмикається підсвічування. Необхідно натиснути кнопку  повторно для вимкнення підсвічування. Якщо підсвічування працює протягом 60 секунд, воно вимикається автоматично.


Рівень зарядки

Прилад періодично перевіряє рівень заряджання елементів живлення. У міру розрядки сегменти стану батареї зникають на РК-дисплеї.

Режим вимірювання імпедансу та перевірки вторинних параметрів ланцюга

При натисканні кнопки  вибору режиму AUTO/L/C/R вибирається основний тестовий режим: AUTO-LCR → AUTO-L → AUTO-C → AUTO-R → DCR → Auto-LCR. За замовчуванням встановлено Auto-LCR, який перевіряє тип навантаження та автоматично перемикається в режим вимірювання L/C/R. Після вимірювання зазначених параметрів проводиться оцінка вторинних параметрів. Тобто одночасно вимірюються $(L+Q)$, $(C+D)^2$, $(R+Q)^2$. Після вибору режиму Auto-L або Auto-C діапазон вимірювання імпедансу вибирається автоматично. На первинному екрані відображаються результати вимірювання індуктивності чи ємності.

На вторинному екрані – добротність та коефіцієнт розсіювання. Значення D/Q/θ/ESR можна

вивести натисканням кнопки . Якщо вибрано режим Auto-R (ACR) або DCR, вимірювання вторинних параметрів не проводиться.

Примітка: якщо режим Auto-LCR увімкнено, вторинний параметр відображає еквівалентний опір у паралельному режимі вимірювання (R_p) замість коефіцієнта D, якщо величина вимірюваної ємності нижче 5 пФ.

Примітка: лише для AUTO-LCR. У режимі Auto-R або DCR вторинний параметр на екрані не відображається.

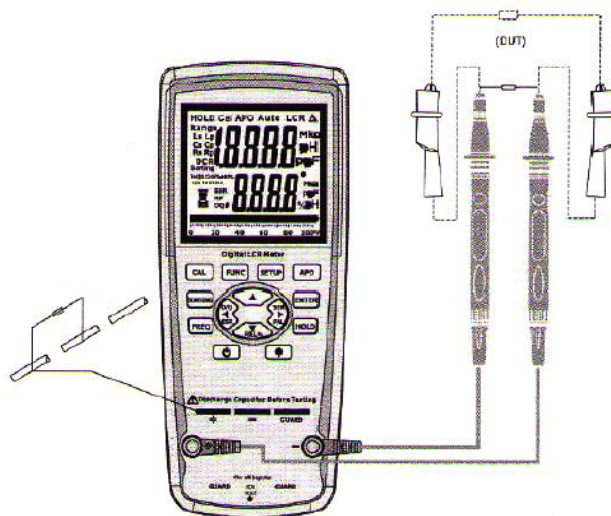


Рисунок 2. Екран тестування компонента

Режим послідовного/паралельного вимірювання опору

LCR-метр дозволяє зробити вибір між паралельним та послідовним вимірюванням. Залежно від цього змінюється методика вимірювання. Крім того, один з режимів вимірювання забезпечує більш високу точність порівняно з іншим режимом, залежно від типу та характеристики компонента. Докладніше див. у розділі «Додаткова інформація». При виборі режиму вимірювання L/C/R за замовчуванням вибирається режим паралельного або послідовного вимірювання, на дисплеї відображається індикатор AUTO.

Вибір обумовлений сумарним еквівалентним опором компонента. Якщо опір перевищує 10 кОм, вибирається паралельний режим та на екрані відображаються індикатори Lp/Cp/Rp. Якщо опір нижче 10 кОм, вибирається послідовний режим і на екрані з'являються



індикатори Ls/Cs/Rs. При натисканні кнопки змінюється режим вимірювання. На екрані відображаються індикатори Ls/Lp/Cs/Cp/Rs/Rp, які вказують на поточний режим вимірювання.

Режим Hold

Режим HOLD дозволяє користувачеві зафіксувати інформацію на екрані до вимкнення режиму.

Увімкнення режиму Data Hold



Щоб увімкнути цей режим, натисніть кнопку . Індикатор HOLD відображається на екрані, дані зафіксовані.

Вимкнення режиму Data Hold



Щоб вимкнути режим фіксації даних, натисніть кнопку повторно. Індикатор HOLD вимикається, прилад продовжує працювати у стандартному режимі.

Режим відносних вимірювань



Натиснути кнопку , поточні показання DCUR на первинному дисплеї будуть запам'ятовуватись як опорне значення (DREF), на дисплеї відображається індикатор «Δ». На вторинному дисплеї з'являється результат відносного вимірювання REL% де $REL\% = (DCUR - DREF) / DREF \times 100\%$.



Натиснути кнопку повторно, щоб вивести опорне значення DREF на первинному дисплеї, сегмент Δ починає блимати. Діапазон значень % від -99,9 до +99,9. Якщо відносне значення вдвічі перевищує опорне (DREF), на вторинному дисплеї



відображається OL%. Натисніть і утримуйте протягом 2 секунд, щоб вийти з режиму відносних вимірювань.

Режим калібрування

Для підвищення точності вимірювання високого/низького імпедансу рекомендується виконати калібрування в режимі OPEN/SHORT до початку проведення вимірювань.



Натисніть та утримуйте кнопку протягом 2 секунд для входу в режим калібрування. Порядок калібрування: режим OPEN1 → калібрування OPEN (30 сек) → режим SHORT → калібрування SHORT (30 сек). Під час калібрування на дисплеї приладу відображається час (30 секунд) у режимі зворотного відліку. Після калібрування індикатор PASS або FAIL з'являється на первинному дисплеї. Якщо увімкнено індикатор PASS у режимах OPEN I SHORT, дані калібрування зберігаються після натискання кнопки CAL.

OPEN відповідає стану приладу, при якому на вхідних контактах відсутнє навантаження (вимірювання в цей момент не проводиться).

SHORT відповідає стану приладу із замкнутими контактами «+» та «-» на короткий металевий предмет (наприклад, скріпку).

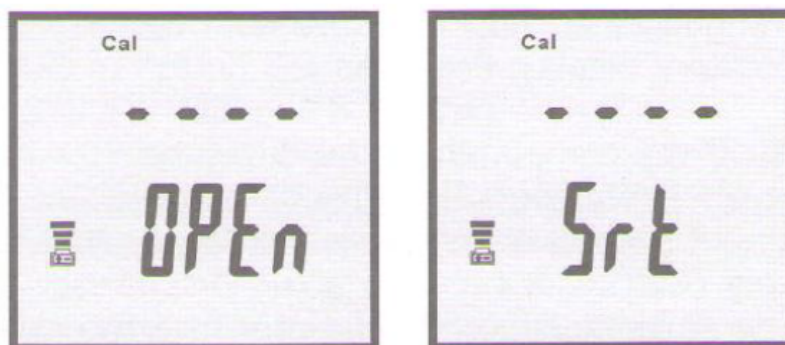



Рисунок 3. Калібрування в режимі OPEN (ліворуч) та SHORT (праворуч)

Режим сортування


Дозволяє швидко відсортувати групу компонентів. Необхідно вибрати режим вимірювання первинних показань L/C/R за типом компонента, що вимірюється. Виконати вимірювання параметра «відомого» компонента (служить опорним при вимірюванні параметрів інших компонентів). Натисніть кнопку  для входу в режим сортування. Режим не можна активувати, доки прилад не визначить наявність вимірюваного компонента, підключеного до контактів. Після ввімкнення режиму сортування опорне значення, діапазон та допуск можна змінювати.

Порядок налаштування:

 → налаштування діапазону значень (за допомогою кнопок  ) →  → вибір опорного значення (за допомогою кнопок    ) →  → налаштування допуску (за допомогою кнопок  ) →  → режим сортування

Режим налаштування допуску:

+0,25 % → +0,5 % → +1 % → +2 % → +5 % → 10 % → +20 % → +80 %-20 %. За замовчуванням вибрано відхилення +1 %.

У режимі сортування на первинному дисплеї відображається PASS або FAIL, залежно від перевищення імпедансом встановленого значення допуску. Результат поточного вимірювання відображається на вторинному дисплеї. Натисніть кнопку , щоб вийти з цього режиму.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: якщо в якості компонента вимірювання використовується конденсатор, необхідно переконатися в тому, що він повністю розряджений перед вимірюванням. Конденсаторам з великою ємністю може знадобитися час для розрядки. Підключення зарядженого або частково зарядженого конденсатора до приладу може призвести до виникнення електричного розряду та поломки приладу.

Вибір частоти тестування

Після натискання кнопки можна вибирати частоту тестування. На вибір пропонується один із п'яти варіантів частоти (100Гц / 120Гц / 1кГц / 10кГц / 100кГц). Тестова частота впливає на точність результатів вимірювання, яка залежить від частоти, типу та величини імпедансу компонента, що тестується.

Докладніше дивись у розділі «Додаткова інформація».

6-1 Характеристики точності

Зауваження:

- Вимірювання виконується з використанням тестового роз'єму.
- Вимірювання проводяться після калібрування в режимі OPEN та SHORT.
- Компонент та тестові дроти необхідно екранувати з використанням захищеного роз'єму, за необхідності.
- Значення Q обернено пропорційно показнику DF.
- Точність вибирається в діапазоні 10 % - 100 %, значення поза вказаним діапазоном повинні мати довідковий характер.
 - означає паралельний чи послідовний режим вимірювання.

Індуктивність $T_a = 18 - 28 \text{ }^\circ\text{C}$ (De)

Частота = 100 Гц/120Гц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Lx	Точність DF	Режим вимірювання
20 мГн	1 мкГн	1,5 % ± 10	1,5 % ± 50	Послідовний
200 мГн	0,01 мГн	1,4 % ± 15	1,4 % ± 50	Послідовний
2000 мГн	0,1 мГн	1,5 % ± 15	1,5 % ± 50	Послідовний
20 Гн	1 мГн	1,6 % ± 10	1,6 % ± 50	--
200 Гн	0,01 Гн	1,3 % ± 10	1,3 % ± 50	Паралельний
2000 Гн	0,1 Гн	2,0 % ± 15	2,0 % ± 50	Паралельний
20 кГн	0,001 Гн	2,5 % ± 15	2,5 % ± 0	Паралельний

Частота = 1 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Lx	Точність DF	Режим вимірювання
2000 мкГн	0,1 мкГн	1,3 % ± 10	1,3 % ± 50	Послідовний
20 мГн	1 мкГн	1,2 % ± 10	1,2 % ± 50	Послідовний
200 мГн	0,01 мГн	1,2 % ± 10	1,2 % ± 50	Послідовний
2000 мГн	0,1 мГн	1,5 % ± 15	1,5 % ± 50	--
20 Гн	1 мГн	1,5 % ± 15	1,5 % ± 50	Паралельний
200 Гн	0,01 Гн	2,0 % ± 10	2,0 % ± 50	Паралельний
2000 Гн	0,1 Гн	2,5 % ± 15	2,5 % ± 50	Паралельний

Частота = 10 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Lx	Точність DF	Режим вимірювання
200 мкГн	0,01 мкГн	1,8 % ± 10	1,8 % ± 50	Послідовний
2000 мкГн	0,1 мкГн	1,5 % ± 10	1,5 % ± 50	Послідовний
20 мГн	1 мкГн	1,2 % ± 10	1,2 % ± 50	Послідовний
200 мГн	0,01 мГн	1,5 % ± 15	1,5 % ± 50	--
2000 мГн	0,1 мГн	2,0 % ± 10	2,0 % ± 50	Паралельний
20 Гн	1 мГн	2,5 % ± 15	2,5 % ± 50	Паралельний

Частота = 100 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Lx	Точність DF	Режим вимірювання
20 мкГн	0,001 мкГн	2,5 % ± 10	2,5 % ± 50	Послідовний
200 мкГн	0,01 мкГн	1,5 % ± 10	1,5 % ± 50	Послідовний
2000 мкГн	0,1 мкГн	1,3 % ± 15	1,3 % ± 50	Послідовний
20 мГн	1 мкГн	2,0 % ± 15	2,0 % ± 50	Паралельний
200 мГн	0,01 мГн	2,5 % ± 15	2,5 % ± 50	Паралельний

Ємність Ta=18-28 °C (De)

Частота = 100Гц/120Гц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Cx	Точність DF	Режим вимірювання
20 нФ	1 пФ	2,5 % ± 10	2,5 % ± 50	Паралельний
200 нФ	0,01 нФ	1,2 % ± 10	1,2 % ± 50	--
2000 нФ	0,1 нФ	0,9 % ± 10	0,9 % ± 50	--
20 мкФ	1 нФ	1,0 % ± 15	1,0 % ± 50	Послідовний
200мкФ	0,01 мкФ	1,2 % ± 10	1,2 % ± 50	Послідовний
2000 мкФ	0,1 мкФ	2,5 % ± 10	2,5 % ± 50	Послідовний
20 мФ	0,01 мФ	5,0 % ± 10	5,0 % ± 50	Послідовний

Частота = 1 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Sx	Точність DF	Режим вимірювання
2000 пФ	0,1 пФ	3,5 % ± 15	3,5 % ± 50	Паралельний
20 нФ	1 пФ	1,0 % ± 10	1,0 % ± 50	--
200 нФ	0,01 нФ	0,9 % ± 10	0,9 % ± 50	--
2000 нФ	0,1 нФ	1,0 % ± 10	1,0 % ± 50	Послідовний
20 мкФ	1 нФ	1,2 % ± 15	1,2 % ± 50	Послідовний
200 мкФ	0,01 мкФ	2,5 % ± 10	2,5 % ± 50	Послідовний
2000 мкФ	1 мкФ	4 % ± 20	4 % ± 50	Послідовний

Частота = 10 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Sx	Точність DF	Режим вимірювання
200 пФ	0,01 пФ	3,0 % ± 8	3,0 % ± 50	Паралельний
2000 пФ	0,1 пФ	1,0 % ± 10	1,0 % ± 50	--
20 нФ	1 пФ	0,9 % ± 10	0,9 % ± 50	--
200 нФ	0,01 нФ	0,8 % ± 10	0,8 % ± 50	Послідовний
2000 нФ	0,1 нФ	1,0 % ± 8	1,0 % ± 50	Послідовний
20 мкФ	1 нФ	2,0 % ± 8	2,0 % ± 50	Послідовний
200 мкФ	0,1 мкФ	4,5 % ± 15	4,5 % ± 50	Послідовний

Частота = 100 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Sx	Точність DF	Режим вимірювання
200 пФ	0,01 пФ	2,5 % ± 15	2,5 % ± 50	Паралельний
2000 пФ	0,1 пФ	1,0 % ± 8	1,0 % ± 50	Паралельний
20 нФ	1 пФ	1,8 % ± 8	1,8 % ± 50	Паралельний
200 нФ	0,01 нФ	1,5 % ± 10	1,5 % ± 50	Послідовний
2000 нФ	0,1 нФ	2,5 % ± 15	2,5 % ± 50	Послідовний

Опір Ta = 18-28 °C (De)

Частота = 100Гц/120Гц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Rx	Режим вимірювання
200 Ом	0,01 Ом	1,2 % ± 10	--
2 кОм	0,1 Ом	0,8 % ± 5	--
20 кОм	1 Ом	0,9 % ± 5	--
200 кОм	0,01 кОм	0,7 % ± 3	--
2 МОм	0,1 кОм	1,0 % ± 5	--
20 МОм	1 кОм	2,2 % ± 10	--
200 МОм	0,1 МОм	2,5 % ± 10	--

Частота = 1 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Rx	Режим вимірювання
20 Ом	1 мкОм	1,2 % ± 10	--
200 Ом	0,01 Ом	0,8 % ± 5	--
2 кОм	0,1 Ом	0,8 % ± 3	--
20 кОм	1 Ом	0,7 % ± 3	--
200 кОм	0,01 кОм	1,0 % ± 5	--
2 МОм	0,1 кОм	1,5 % ± 10	--
20 МОм	1 кОм	1,8 % ± 10	--
200 МОм	0,1 МОм	6,0 % ± 50	--

Частота = 10 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Rx	Режим вимірювання
20 Ом	1 мкОм	1,5 % ± 10	--
200 Ом	0,01 Ом	0,8 % ± 10	--
2 кОм	0,1 Ом	0,9 % ± 5	--
20 кОм	1 Ом	0,8 % ± 3	--
200 кОм	0,01 кОм	1,0 % ± 5	--
2 МОм	0,1 кОм	2,5 % ± 10	--
20 МОм	0,01 МОм	2,8 % ± 10	--

Частота = 100 кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Rx	Режим вимірювання
20 Ом	1 мкОм	2,3 % ± 10	--
200 Ом	0,01 Ом	1,5 % ± 5	--
2к Ом	0,1 Ом	0,8 % ± 20	--
20к Ом	1 Ом	0,8 % ± 20	--
200 кОм	0,01 кОм	1,5 % ± 10	--
2 МОм	1 кОм	2,5 % ± 30	--

Опір при постійному струмі Ta = 18-28 °C (De)

Частота = 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц

Діапазон	Роздільна здатність	Точність Rx	Режим вимірювання
200 Ом	±0,01 Ом	1,8 % ± 10	--
2 кОм	±0,1 Ом	0,6 % ± 20	--
20 кОм	±1 Ом	0,6 % ± 10	--
200 кОм	±0,01 кОм	0,5 % ± 3	--
2 МОм	±0,1 кОм	1,5 % ± 5	--
20 МОм	±1 кОм	2,0 % ± 5	--
200 МОм	±0,1 МОм	2,5 % ± 5	--

Точність D Ta = 18-28 °C (De)

Част./Z	0,1-10м	1-100м	10-100кОм	100кОм-1МОм	1МОм-20МОм	20-200МОм
100/120 Гц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,01	±0,02	±0,04
1 кГц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,01	±0,02	±0,09
10 кГц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,009	±0,01	±0,04
100 кГц	±0,04	±0,03	±0,01	±0,01	±0,02	±0,04

Точність D Ta = 18-28 °C (De)

Част./Z	0,1-10м	1-100м	10-100кОм	100кОм-1МОм	1МОм-20МОм	20-200МОм
100/120 Гц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±0,65°	±1,35°
1 кГц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±0,65°	±3,63°
10 кГц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±1,35°	н.д.
100 кГц	±1,27°	±0,65°	±0,49°	±0,65°	±1,35°	±1,35°

7. Додаткова інформація

Цей розділ містить додаткову інформацію для користувача під час роботи з LCR-метром. Деякі рекомендації мають допоміжний характер і можуть допомогти у проведенні більш точних та якісних вимірювань.

7-1 Вибір тестової частоти

Тестова частота дуже впливає на результати вимірювань, особливо щодо котушок та конденсаторів. У цьому розділі наведено корисні поради.

Ємність

При вимірюванні ємності важливо встановити частоту для отримання більш точних результатів вимірювання. При вимірюванні конденсаторів ємністю 0,01 мкФ і нижче використовується частота 1 кГц. Для вимірювання конденсаторів 10 мкФ і вище – частота 120 Гц. Тобто вищі тестові частоти застосовуються для вимірювання нижчої ємності. Наприклад, якщо ємність компонента знаходиться в діапазоні мФ, вибір тестової частоти в діапазоні 100 - 120 Гц буде оптимальним. При тестуванні даного компонента з частотою 1 – 10 кГц результат вимірювання може бути помилковим.

У будь-якому випадку краще зіставити результати вимірювання з характеристиками в таблицях виробника, щоб підібрати найбільш оптимальну частоту вимірювання.

Індуктивність

Зазвичай частота 1 кГц використовується для вимірювання індуктивності в аудіо- та RF-ланцюгах. Ці компоненти працюють при вищих частотах, їх слід вимірювати як 1 – 10 кГц. Частота 120 Гц може використовуватися для вимірювання індуктивності, яка використовується як фільтр у силових установках, що працюють із частотою 60 Гц (у США).

Індуктивність нижче 2 мГн вимірюють за частоти 1 кГц, а індуктивність вище 200 Гн – за частоти 120 Гц.

У будь-якому випадку краще зіставити результати вимірювання з характеристиками в таблицях виробника, щоб підібрати найбільш оптимальну частоту вимірювання.

7-2 Вибір паралельного та послідовного режимів вимірювання

Крім частоти, значний вплив на якість вимірювання робить вибір схеми паралельного або послідовного вимірювання, особливо щодо ємності та індуктивності. Далі наводиться низка рекомендацій.

Ємність

При вимірюванні ємності компонентів краще вибрати схему паралельного вимірювання. Більшість конденсаторів має досить низький коефіцієнт загасання (високий внутрішній опір) порівняно з імпедансом. У цьому випадку подібний режим вимірювання мінімально впливає на результат вимірювання.

У деяких випадках бажано вибрати послідовну схему вимірювання, наприклад для вимірювання ємності великих конденсаторів. Інакше прилад може показати невірний результат вимірювання. Це пов'язано з тим, що великі конденсатори мають високий коефіцієнт загасання і нижчий внутрішній опір.

Індуктивність

Найчастіше краще вибрати схему послідовного вимірювання. У цьому режимі можна отримати точніше значення добротності.

У деяких випадках кращим є вибір паралельного режиму вимірювання, коли йдеться про індуктивності з металевими сердечниками, які працюють при вищій частоті і мають значну гістерезису і втрати на вихрові струми.

7-3 Відхилення точності вимірювань

У деяких випадках результати вимірювань ємності, індуктивності та опору можуть мати розбіжності.

Ємність

При вимірюванні ємності конденсаторів найкраще, якщо коефіцієнт загасання має низьке значення. Електролітичні конденсатори мають високий показник загасання завдяки суттєвим внутрішнім витокам. У деяких випадках коефіцієнт D є значним, тому точність показань різко знижується.

Індуктивність

Деякі котушки працюють при певному струмі зміщення. Але LCR-метри не створюють подібні струми, при цьому не можна використовувати зовнішнє джерело струму, оскільки він може вивести пристрій з ладу. У ряді випадків результат вимірювання індуктивності може не збігатися з характеристиками виробника. Важливо перевірити наявність, відсутність струму зміщення у схемі роботи.

Опір

При вимірюванні опору компонентів важливо знати наявність двох методів вимірювання. Це вимірювання опору при постійному та змінному струмі. LCR-метр має два режими вимірювання. При вимірюванні опору в режимі постійного струму показання можуть бути неточними. Перед початком вимірювань слід правильно підібрати метод вимірювання опору компонента (змінним чи постійним струмом).

7-4 Захищений роз'єм

Один із роз'ємів приладу має напис «GUARD» (Захист).

Цей роз'єм не призначений безпосередньо для вимірювання. Але в деяких випадках може бути корисним, оскільки має подвійне призначення.

Якщо користувач працює з тестовими проводами, цей роз'єм можна використовувати для екранування тестових проводів. Наприклад, при вимірюванні компонента з високим резистивним опором. При вимірюванні опору 10 МОм за допомогою тестових проводів показання можуть бути нестійкими. Підключення екранованого проводу (з'єднаного з тестовими проводами) до цього роз'єму стабілізує показання вимірювань.

Захищений роз'єм також використовується для зниження шуму і паразитних ефектів у процесі вимірювання, що сприяє підвищенню якості показань.

