

Цифровой измеритель LCR EZM Electronics MK-168



Инструкция по эксплуатации

Содержание

1 Комплект поставки.....	3
2 Что может определить и протестировать МК-168?	3
3 Питание устройства	3
4 Электроника устройства МК-168	4
5 Само тестирование и калибровка	5
6 Порядок работы и эксплуатация	6
6.1 Измерение резисторов.....	6
6.2 Измерение потенциометров	7
6.3 Измерение конденсаторов	7
6.4 Измерение индуктивностей.....	8
6.5 Измерение диодов, стабилитронов и светодиодов	9
6.6 Измерение транзисторов	10
6.7 Измерение тиристоров и симисторов	10

1 Комплект поставки

Вы получаете не только сам транзистор-тестер, но и три небольших измерительных провода, а также печатную плату с разъемом ZIF (ZIF-панелью) для удобного подключения отдельных транзисторов к устройству.

Аббревиатура ZIF расшифровывается как «Zero Insertion Force» (нулевое усилие вставки). Благодаря фиксирующему рычажку вы можете вставлять выводы тестируемых компонентов в разъем, не прилагая никаких усилий. На печатной плате также расположены три луженые контактные площадки, к которым можно прижать SMD-компоненты для тестирования.

Три измерительных провода имеют длину 17 см и оснащены мини-зажимами типа «крокодил» на одном конце и штекером 2 мм на другом.



2 Что может определить и протестировать МК-168?

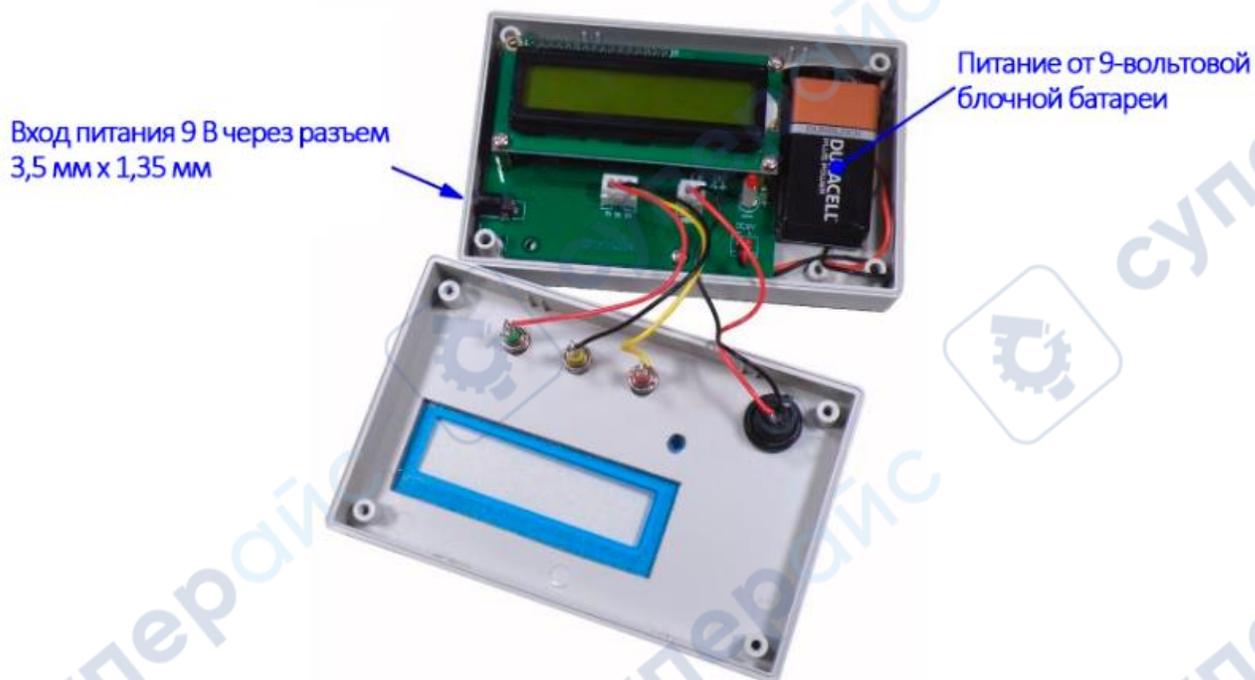
Список возможностей обширен, а именно:

- Резисторы.
- Потенциометры.
- Конденсаторы (керамические, пленочные и др.).
- Электролитические конденсаторы.
- Катушки индуктивности.
- Диоды.
- Светодиоды.
- Биполярные транзисторы (структур NPN и PNP).
- Транзисторы Дарлингтона (составные транзисторы, NPN и PNP).
- Полевые транзисторы (с управляющим PN-переходом, N- и P-канальные).
- МОП-транзисторы (с изолированным затвором, N- и P-канальные).
- Тиристоры (с ограничениями).
- Симисторы (с ограничениями).

3 Питание устройства

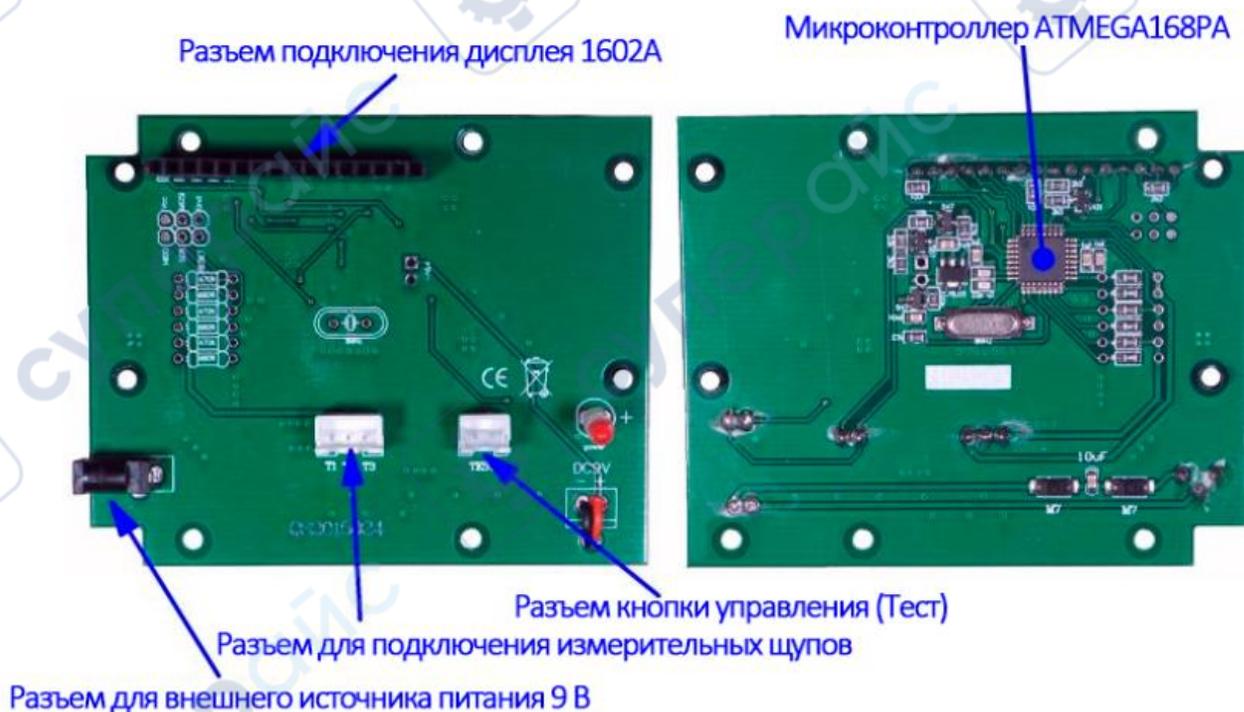
Устройство может работать от 9-вольтовой блочной батареи (типа «Крона»), которая размещается внутри корпуса (см. изображение ниже). К сожалению, производителем не предусмотрено крепление для фиксации батареи, поэтому при использовании данного типа питания батарея будет свободно перемещаться внутри корпуса, создавая шум при движении прибора.

В левой боковой стенке расположен разъем для стандартного штекера 3,5 мм x 1,35 мм, который позволяет подключить к МК-168 внешний блок питания на 9 В. Внутри устройства напряжение питания стабилизируется до уровня 5,0 В.



4 Электроника устройства МК-168

Электронная схема прибора реализована на одной печатной плате (внешний вид представлен на изображении ниже).



Над основной платой на дистанционных стойках установлен стандартный жидкокристаллический дисплей модели 1602A. Экран позволяет отображать две строки по 16 буквенно-цифровых символов (размерность матрицы символа 5x7 точек). В связи с техническими особенностями дисплея, результаты измерений выводятся в текстовом формате; отображение графических условных обозначений компонентов не предусмотрено.

Коммутация кнопки управления и трех входных гнезд (2 мм) с печатной платой выполнена посредством разъемных соединений.

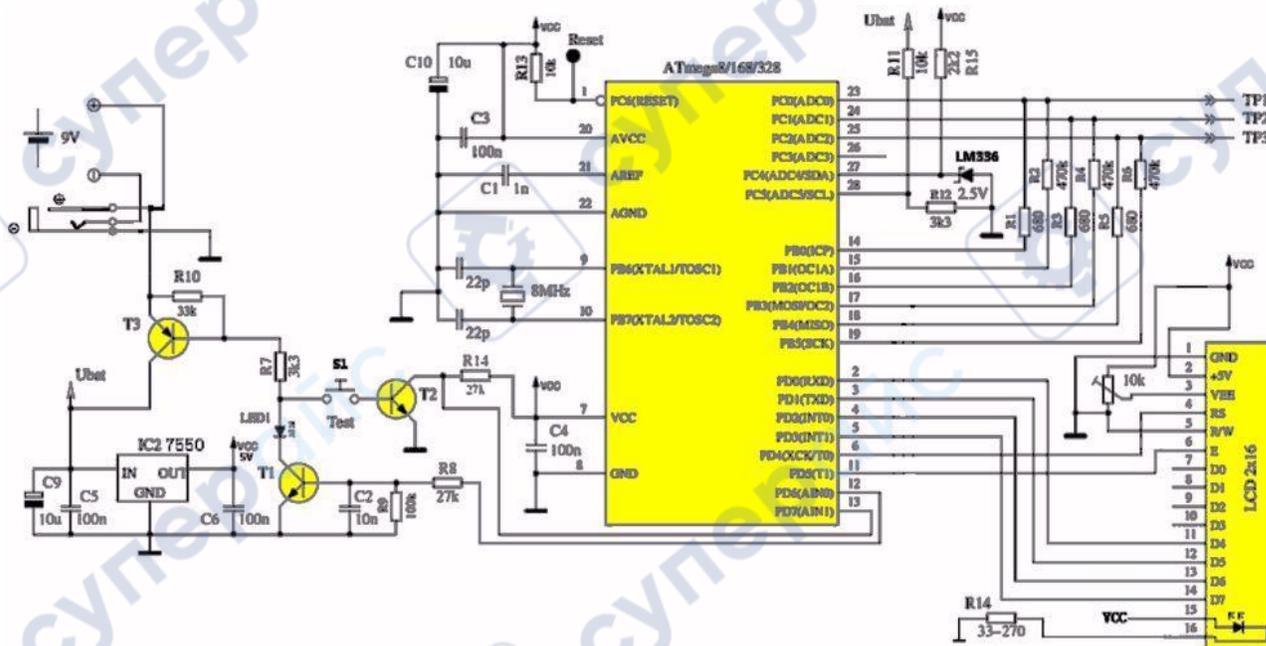
Принципиальная электрическая схема

Ниже приведена принципиальная схема, адаптированная для устройства МК-168 на основе технической документации аналогичных приборов.

Ключевыми элементами схемы являются цепи, подключенные к трем измерительным контактам: TP1, TP2 и TP3 (изображены в правом верхнем углу).

Измерительный узел включает в себя следующие компоненты, принцип работы которых описывается далее:

- Резисторы R1, R3, R5 номиналом 680 Ом;
- Резисторы R2, R4, R6 номиналом 470 кОм;
- Источник опорного напряжения LM336 (2,5 В).



5 Самотестирование и калибровка

Для обеспечения заявленной точности измерений необходима высокая степень согласованности резисторов во входных цепях и стабильность источника опорного напряжения (2,5 В). Программное обеспечение устройства содержит встроенную функцию самодиагностики и калибровки. Полученные данные об отклонениях сохраняются в энергонезависимой памяти и используются для автоматической программной коррекции результатов измерений.

Рекомендуется выполнить процедуру калибровки перед первым использованием прибора. Для выполнения операции потребуется конденсатор емкостью более 100 нФ (не электролитический).

Порядок выполнения калибровки:

1. Замкните между собой три измерительных входа (TP1, TP2, TP3). Для удобства используйте штатные измерительные провода с зажимами типа «крокодил», подключив их к общему проводнику (например, отрезку медного провода).
2. Нажмите кнопку «TEST» для запуска процедуры.
3. Процесс калибровки состоит из 11 этапов, ход выполнения которых отображается на дисплее. На этапах 1–3 производится измерение параметров опорного напряжения и резисторов для расчета компенсационных коэффициентов.
4. На 4-м этапе на дисплее появится сообщение «T4 isolate Probe» (Изолировать щуп). В этот момент необходимо разомкнуть измерительные щупы (убрать перемычку).
5. При появлении сообщения «1-C-3 >100nF» подключите конденсатор емкостью более 100 нФ к клеммам 1 и 3.

Примечание:

Запрещается использовать электролитические конденсаторы для данной операции. Этот шаг необходим для компенсации внутреннего напряжения смещения, поэтому точное значение емкости не критично (при условии, что оно превышает 100 нФ).

6 Порядок работы и эксплуатация

Устройство отличается простотой в эксплуатации. Для проведения измерения подключите тестируемый или идентифицируемый компонент к любым двум или трем входам и нажмите кнопку «TEST».

1. Включится светло-зеленая подсветка дисплея.
2. Кратковременно отобразятся два значения: текущее напряжение источника питания и выходное напряжение внутреннего стабилизатора (5 В).
3. Затем прибор выполнит цикл измерений по трем входам для определения типа подключенного компонента и его параметров.
4. Результаты измерений будут выведены на дисплей. Цикл измерения занимает несколько секунд.
5. Прибор автоматически выключается примерно через 20 секунд после завершения работы.

6.1 Измерение резисторов

При идентификации резистора на дисплее отображается соответствующее условное обозначение и измеренное значение.

- Для резисторов номиналом более 100 Ом результат выводится с разрешением в четыре знака.
- Для резисторов меньшего номинала разрешение составляет три знака.

В таблице ниже приведены результаты контрольных измерений шести резисторов с допуском $\pm 0,1\%$, а также рассчитанная относительная погрешность.

Примечание: Повышенная погрешность при измерении резистора номиналом 10 Ом обусловлена сопротивлением измерительных проводов. Проверка показала, что сопротивление проводов составляет 0,00 Ом и не влияет на результат измерения. В остальных диапазонах прибор демонстрирует высокую точность.

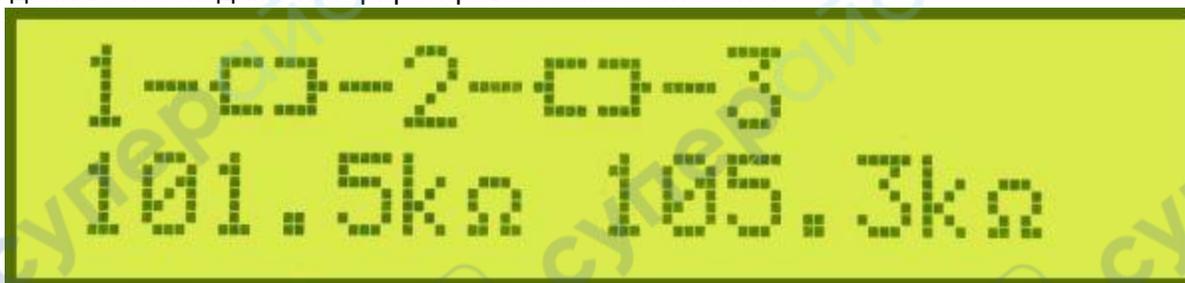
Результаты измерения резисторов с допуском $\pm 0.1\%$ на приборе МК-168:

Эталонный резистор	Измеренное значение	Погрешность
10 Ω	10.3 Ω	3.0 %
100 Ω	100.2 Ω	0.2 %
1000 Ω	1006 Ω	0.6 %
10 k Ω	10.05 k Ω	0.5 %
100 k Ω	99.88 k Ω	0.12 %
1000 k Ω	1004 k Ω	0.4 %

6.2 Измерение потенциометров

Для проверки потенциометра подключите его крайние выводы к входам 1 и 3, а средний вывод (ползунок) — к входу 2.

Прибор определит компонент как два резистора с общей точкой и отобразит сопротивление каждого плеча по отдельности. Программное обеспечение не производит автоматическое суммирование значений для вывода полного сопротивления потенциометра, эти данные необходимо интерпретировать самостоятельно.



6.3 Измерение конденсаторов

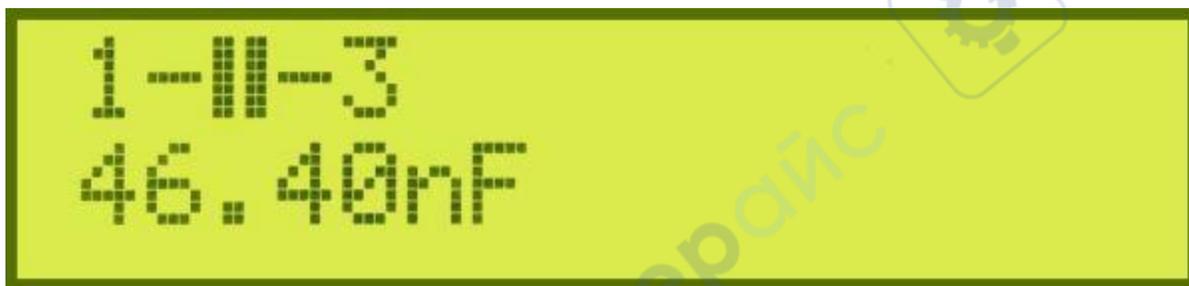
ВНИМАНИЕ: Перед подключением конденсатора к тестеру МК-168 **обязательно полностью разрядите его**. Измерительные входы прибора соединены напрямую с аналого-цифровым преобразователем (АЦП) микроконтроллера. Подача остаточного напряжения с заряженного конденсатора приведет к необратимому выходу микроконтроллера из строя.

Особенности измерения:

- Емкость < 100 нФ: На дисплее отображается только значение емкости.
- Емкость > 100 нФ: Дополнительно отображается значение ESR (Equivalent Series Resistance — эквивалентное последовательное сопротивление).

Что такое ESR:

ESR представляет собой активное сопротивление, включенное последовательно с емкостью конденсатора. Этот параметр критически важен для электролитических конденсаторов, работающих в цепях фильтрации импульсных источников питания (при протекании больших переменных токов). Высокое значение ESR приводит к нагреву конденсатора и снижению эффективности работы схемы.



Ограничения диапазона:

Нижний предел измерения емкости составляет приблизительно **22 пФ**. Конденсаторы с меньшей емкостью могут не распознаваться прибором.

В таблице ниже приведены результаты контрольных измерений конденсаторов с допуском $\pm 1\%$. Результаты демонстрируют высокую точность прибора (погрешность измерения сопоставима с погрешностью самих эталонных компонентов).

Таблица результатов измерения конденсаторов с допуском $\pm 1\%$:

Эталонный конденсатор	Измеренное значение	Погрешность
100 pF	103 pF	3.0 %
470 pF	473 pF	0.6 %
1000 pF	1001 pF	0.1 %
4700 pF	4704 pF	0.08 %
10000 pF	9905 pF	0.95 %
47 nF	46.43 nF	1.21 %
100 nF	99.56 nF	0.44 %
1000 nF	996.5 nF	0.35 %

Параметр **Vloss** (для электролитических конденсаторов):

Для электролитических конденсаторов, помимо емкости и ESR, на дисплей выводится значение **Vloss** (Voltage loss after loading — потеря напряжения после зарядки).

Этот параметр характеризует **саморазряд** (ток утечки) конденсатора и служит индикатором его качества ("здоровья").

Принцип измерения: Конденсатор заряжается до напряжения 300 мВ, после чего зарядная цепь отключается, и измеряется время падения напряжения. Быстрое падение напряжения (высокий % Vloss) указывает на внутренние утечки и износ компонента.



6.4 Измерение индуктивностей

При тестировании катушек индуктивности на дисплее отображается условное графическое обозначение (может совпадать с символом резистора).

Прибор измеряет два основных параметра:

1. **Индуктивность (L):** Значение индуктивности компонента.
2. **Сопротивление:** Активное сопротивление обмотки катушки постоянному току.



6.5 Измерение диодов, стабилитронов и светодиодов

Диоды:

При подключении диода прибор автоматически определяет цоколевку (расположение анода и катода).

На дисплей выводятся следующие параметры:

- **U_f (Forward voltage):** Прямое падение напряжения. По величине этого параметра можно определить материал полупроводника (германий или кремний).
- **C (Capacitance):** Емкость p-n перехода при обратном смещении.

Светодиоды (LED):

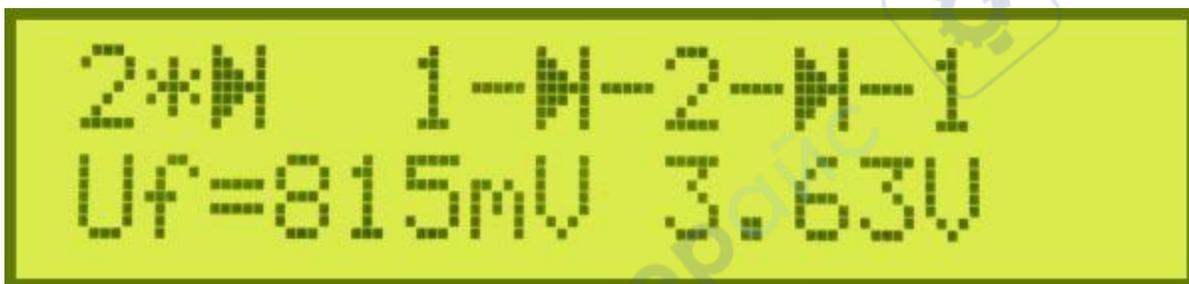
Процедура измерения аналогична обычным диодам. Значение прямого падения напряжения (U_f) позволяет косвенно определить цвет свечения и тип светодиода.



Стабилитроны (Zener diodes):

В связи с тем, что напряжение внутреннего источника питания составляет 5,0 В, возможности тестирования стабилитронов ограничены.

- **$U_{st} < 4$ В:** Стабилитроны с напряжением стабилизации до 3,9 В определяются корректно. На дисплее отображаются два символа диодов, прямое падение напряжения и напряжение стабилизации (пробоя).
- **$U_{st} > 4$ В:** Стабилитроны с более высоким напряжением стабилизации определяются как обычные кремниевые диоды (отображается только прямое падение напряжения).



6.6 Измерение транзисторов

Биполярные транзисторы (BJT) и транзисторы Дарлингтона:

Устройство поддерживает тестирование NPN и PNP структур.

На дисплее отображается:

1. **Тип проводимости и цоколевка:** Графическое отображение выводов (База, Коллектор, Эмиттер) и соответствующие номера портов подключения.
2. **B (Beta/hFE):** Коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером.
3. **U_f:** Прямое падение напряжения на переходе база-эмиттер.

Примечание: Величина U_f позволяет отличить обычный биполярный транзистор от составного транзистора Дарлингтона (у последних это значение значительно выше).



Полевые транзисторы (FET):

Прибор способен идентифицировать различные типы полевых транзисторов, включая:

- **MOSFET:** МОП-транзисторы (с изолированным затвором) N- и P-канального типа, в том числе обогащенного типа (Enhancement mode).
- **JFET:** Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом.

При измерении отображается тип канала, расположение выводов (Затвор, Сток, Исток) и основные параметры (пороговое напряжение, емкость затвора и т.д.).



6.7 Измерение тиристоров и симисторов

В данном режиме функциональные возможности прибора ограничены. Это обусловлено низким уровнем тока, подаваемого тестером на управляющий электрод (Gate), величины которого часто недостаточно для отпирания мощных полупроводниковых переходов.

В большинстве случаев при попытке измерения мощных компонентов на дисплее отображается сообщение: «**No, unknown, or damaged part**» (Деталь отсутствует, не распознана или повреждена).

На изображении ниже приведен пример успешной идентификации симистора с номинальным током 6 А.

Расшифровка обозначений на дисплее:

- **1 и 2:** Соответствуют основным силовым выводам (терминалам) симистора **MT1** и **MT2**.
- **G:** Соответствует управляющему электроду (**Gate**).

