

ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АКТАКОМ АММ-2099

INSULATION RESISTANCE METER АКТАКОМ АММ-2099

Задача измерения сопротивления изоляции достаточно часто возникает при производстве работ по монтажу, ремонту или разработке различной радиоэлектронной и электротехнической продукции.

Как известно, показателем качества изоляции проводника является его сопротивление, определяемое по измерениям тока, протекающего при подключении объекта измерения к измерителю сопротивления изоляции.

При подаче на испытуемый образец напряжения постоянного тока возникает ток утечки, состоящий из нескольких видов тока, имеющих разную физическую природу и требующих отдельной оценки.

Изоляционные материалы обладают определенной электрической емкостью, поэтому при приложении постоянного испытательного напряжения к образцу произойдет частичная утечка тока из прибора в проводник и изоляцию. В начальный момент времени после подключения контактов значение сопротивления на экране прибора будет достаточно низким, но по мере накопления заряда изоляция быстро становится заряженной и сопротивление возрастает до значений сотен мегаом, если, конечно, изоляция соответствует требуемым характеристикам. Такой ток называется емкостным зарядным током и его действие можно наблюдать на экране прибора по росту значения сопротивления.

Качество изоляционного материала зависит от чистоты изоляционного ма-



териала и, в ряде случаев, от способности изолятора поглощать влагу. При наличии в материале изолятора заряженных или поляризованных молекул (в том числе и воды) возникает ток, который называется током поглощения (абсорбции) или током поляризации. Накопление такого тока происходит значительно медленнее, чем емкостного, а для проведения испытаний на ток поляризации требуется большее время (обычно, до 10 минут), но не все тестеры изоляции обеспечивают такой режим.

Наиболее часто учитываемый при проведении измерения сопротивления изоляции ток — ток утечки, который характеризует утечку тока на металлические или иные токопроводящие элементы через повреждение изоляции. Ток утечки можно определить, подавая испытательное напряжение на компонент, подлежащий испытанию, а затем, через минуту, измеряя значение сопротивления. Подобное испытание позволяет емкостному зарядному току стабилизироваться, а измеренное значение наиболее точно отражает истинный ток утечки.

В настоящее время рынок измерителей (тестеров) изоляции необычайно обширен, от компактных приборов для работы в «поле», зачастую совмещающие в себе еще и функции мультиметра, до настольных приборов для решения лабораторных или производственных задач. К последним относится и герой

нашего обзора — высоковольтный тестер изоляции АКТАКОМ АММ-2099.

КРАТКОЕ ЗНАКОМСТВО

Цифровой измеритель сопротивления изоляции АКТАКОМ АММ-2099 предназначен для измерения сопротивления изоляции проводников и электротехнических изделий в стационарных лабораторных условиях. Прибор позволяет проводить измерения сопротивления от 10 кОм до 100 ТОм тестовым напряжением до 1000 В, при этом измерение утечки тока производится в диапазоне от 100 пА до 1 мА. Широкий диапазон измеряемого сопротивления и тока, возможность регулировки тестового напряжения с шагом 1 В позволяют проводить высокоточные измерения, как в ручном, так и в предварительно запрограммированном режиме.



Рис. 2. Цифровой измеритель сопротивления изоляции АКТАКОМ АММ-2099

Управление прибором интуитивно понятно и ориентированно на использование экранного меню. Для удобства пользователя все возможные функции, настройки и регулировки сведены в три группы меню, что позволяет, не тратя много времени на поиски и листание страниц, быстро установить параметры или задать необходимые параметры измерений. Благодаря такому решению удалось упростить переднюю панель прибора, оставив на ней только три клавиши выбора режима ввода параметров «DISP», «SETUP» и «SYSTEM», навигационные клавиши-стрелки, цифровые клавиши ввода значений «0-9, Enter» и клавиша подачи испытательного напряжения на образец «HV».

Информация об установках прибора и режимах измерения выводится на матричный дисплей прибора, который позволяет установить как прямое отображение — белые символы на синем фоне, так и инверсное. Дисплей большой и, не смотря на обилие информации, легко читаемый.

В штатной поставке прибор комплектуется измерительными щупами (рис. 3).



Рис. 1. Измерители сопротивления изоляции АКТАКОМ

МЕНЮ ПРИБОРА

Архитектура меню управления прибором включает три функциональных блока, которые могут вызываться соответствующими кнопками: меню функций — DISP, меню установок измерений — SETUP и меню установок системных параметров прибора SYSTEM. Все меню работают в «сквозном» режиме, т.е. находясь в меню измерений можно оперативно вносить изменения в меню



Рис. 3. Измерительные щупы из комплекта прибора установок измерений или системных параметров, при этом соответствующие параметры в неактивных меню также изменятся. Для перемещения по меню используются навигационные клавиши, выбранная опция выделяется прямоугольником инверсного цвета, а выбор действия или изменение значения осуществляется боковыми функциональными клавишами.

МЕНЮ ФУНКЦИЙ DISPLAY

При нажатии кнопки DISP на экране отображается меню выбора функций прибора и установки параметров измерений. Функциональными клавишами справа от дисплея можно выбрать необходимый режим работы прибора — измерений MEAS DISP, режим сортировки BIN DISP,



Рис. 4. Меню выбора функций прибора и установки параметров измерений

режим отображения результатов измерений на шкале BAR DISP, режим вывода на экран таблицы результатов последовательных измерений SEQ DISP, а при нажатии на кнопку MORE1/2 откроется следующая страница меню, в которой можно выбрать режим вывода результатов измерений в виде графика XY GRAPH или вывод

на дисплей результатов измерений сканирования SCAN DISP. Надо сказать, что вызывая меню какого либо режима работы, некоторые параметры можно установить или изменить непосредственно в меню, но основные и более подробные установки возможны в меню SETUP, но об этом ниже.

Немного о режимах.

MEAS DISP — режим измерения сопротивления изоляции. В этом режиме по умолчанию (если не установлены другие параметры в MEAS SETUP) на экране отображаются измеренные значения сопротивления и тока утечки образца. Не переходя в меню расширенных установок MEAS SETUP здесь сразу можно изменить исходные условия проведения измерений — тестовое напряжение и ток (HV_1 , I_{max}), а также скорость измерения SPEED, диапазон RANGE, тип запуска TRIG, необходимое количество измерений для усреднения AVG, интегральное значение входного импеданса R_{in_L} и режим измерения MODE — одноразовое измерение или постоянное. Диапазоны устанавливаемых значений приведены в таблице технических характеристик выше.

BIN DISP — функция сортировщика «годен/не годен», предназначена для сортировки элементов по заранее установленным параметрам. В режиме сортировки в меню MEAS SETUP возможна установка граничных значений

для трех ячеек «годен» и одной ячейки «не годен», поэтому в меню DISP можно изменить только значения параметров измерений, как и в пункте MEAS DISP выше. Прибор оснащен интерфейсом HANDLER, поэтому может быть успешно встроен в автоматизированную линию как отбраковщик компонентов.

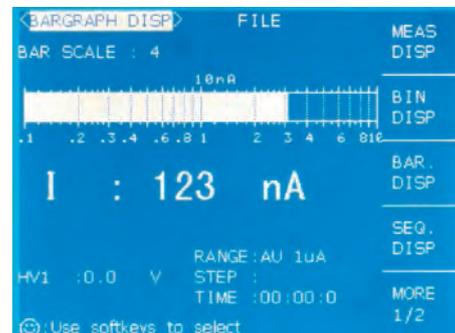


Рис. 5. Экран в режиме BAR DISP

BAR DISP — режим эмуляции шкалы мультиметра. Измеренные значения выводятся на экран в виде гистограммы с логарифмической шкалой. В этом режиме можно изменить только диапазон измерений.

Необходимо отметить, что диапазон измерений прибора разбит на 8 поддиапазонов при измерении тока и на 10 поддиапазонов при измерении сопротивления. На рис. 5 видно, что выбран диапазон 4 (BAR SCALE 4), что соответствует диапазону измере-

Таблица 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АММ-2099

Параметр	Значение
Измерение сопротивления	
Диапазон	10 кОм...100 ТОм
Погрешность	$I > 100 \text{ nA}$: 2% $I \leq 100 \text{ nA}$: 2% $\pm V$ тест/2 пА
Измерение тока утечки	
Диапазон	диапазон 1: 100 мкА ... 1 мА (внутр. входной импеданс 10 кОм) диапазон 2: 10 мкА ... 100 мкА (внутр. входной импеданс 10 кОм) диапазон 3: 1 мкА ... 10 мкА (внутр. входной импеданс 10 кОм) диапазон 4: 100 нА ... 1 мкА (внутр. входной импеданс 10 кОм) диапазон 5: 10 нА ... 100 нА (внутр. входной импеданс 10 кОм) диапазон 6: 1 нА ... 1 нА (внутр. входной импеданс 1 МОм) диапазон 7: 10 пА ... 1 нА (внутр. входной импеданс 1 МОм)
Погрешность	2% ± 2 пА
Выбор диапазона	автоматический, ручной
Тестовое напряжение	
Диапазон	10 В...1000 В, разрешение 1 В
Погрешность установки	2% или ± 1 В
Выходное сопротивление	200 Ом
Ограничение тока	2 мА, 25 мА, 100 мА
Включение напряжения	ручное на передней панели, по таймеру, с использованием удаленного управления
Время зарядки	0...1000 с, программируется
Время задержки	0...1000 с, программируется
Внутренне нагрузочное сопротивление для разряда	2 кОм
Скорость измерения	50 мс, 110 мс, 130 мс (FAST, MED, SLOW)
Сортировщик «годен/не годен»	3 ячейки «Годен», 1 ячейка «Не годен»
Выбор шагов усреднения	от 1 до 100
Память	20 ячеек для предустановленных настроек
Дисплей	ЖК, 320x240, матричный
Интерфейсы	RS-232, HANDLER, USB-host, USB-device, GPIB (опция)
Размеры, масса	400x130x430 мм, 10 кг

ний 1 нА...100 нА. Диапазоны пронумерованы и указаны в меню BARGRAF SETUP и в паспорте к прибору.

SEQ DISP — вывод на экран результатов последовательных измерений в виде таблицы. На этой странице меню внесение изменений в установленные параметры невозможно, последовательности измерений устанавливаются в меню SEQ SETUP.

XY GRAPH — режим просмотра результата измерений в виде графика, параметры устанавливаются в меню XY GRAPH SETUP.

SCAN DISP — вывод на экран результатов сканирования, причем результат может выводиться как в виде результата измерений, так и в виде «годен/негоден». Все параметры сканирования устанавливаются в SCAN SETUP.

Следует отметить, что практически на всех страницах (за исключением XY GRAPH) меню DISP, так же, как и меню SETUP, есть экранная кнопка FILE, при выделении которой в боковом вертикальном меню открывается список возможных действий по сохранению данных или управлению файлами в памяти, но об этом чуть позже.

МЕНЮ ФУНКЦИЙ SETUP

Меню расширенных установок параметров всех режимов работы прибора. Если в ряде случаев в меню функций в разделе DISP можно было изменить некоторые установки, то в меню раздела SETUP пользователю предоставляется возможность изменять и устанавливать параметры в различных комбинациях. Так, в меню установок режима измерений MEAS SETUP помимо основных установок значений тестового тока и напряжения можно выбрать разные типы представления результата измерения — не только тока или сопротивления, но и удельного поверхностного ρ_s и удельного объемного ρ_v



Рис. 6. Меню расширенных установок параметров режимов

сопротивлений. В этом случае необходимо ввести дополнительный поправочный коэффициент, зависящий от природы материала и характеризующий скорость снижения сопротивления диэлектрика с ростом температуры.

Дополнительно можно выбрать па-

раметры скорости измерений (SPEED), диапазон тестового тока (RANGE) — ручной или автоматический, тип запуска (TRIG), и режим работы — однократный или постоянный (MODE).

Также можно изменить и параметры дополнительных опций — времени заряда (CHARGE TIME), времени задержки измерения (MEAS DELAY), включить или выключить автоматическую разрядку (DISCHARGE), проверку качества контакта измерительного провода и образца (CONTACT CHECK) и некоторые другие функции.

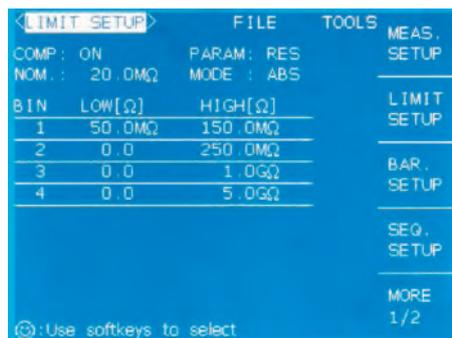


Рис. 7. Таблица ввода граничных значений ячеек сортировщика

Следующий пункт — меню установки значений режима сортировщика LIMIT SETUP (рис. 6). Помимо ввода максимальных и минимальных значений для каждой ячейки сортировщика можно также задать тип измерений — ток или сопротивление, номинальное значение измеряемого параметра и вариант отбора — отклонение от номинального значения в процентах или выход параметра за установленные границы.

Отметим, что на страницах MEAS SETUP и странице установок сортировщика LIMIT SETUP на экране появляется активная опция TOOLS. В меню MEAS SETUP под ней скрываются две очень нужные функции — возврат к заводским установкам настроек функций CLEAR SETUP и перезагрузка системы SYSTEM RESET. В первом случае, при переходе от измерения одного образца к другому достаточно просто установить начальные значения всех параметров, что при наличии большого количества регулировок очень удобно. При открытии опции TOOLS на странице LIMIT SETUP одним нажатием на функциональную кнопку CLEAR TABLE в боковом меню можно обнулить все значения установок ячеек сортировщика.

Сортировщик поддерживает два типа сравнения при сортировке — толерантный (tolerance) или метод допустимого отклонения и последовательный метод.

В режиме допустимого отклонения в поле «NOM» устанавливается номинальное значение, и дальнейшая сортировка производится либо по отклонению абсолютного значения измеренной

величины (ABS TOL в боковом меню), либо по отклонению на определенный процент (% TOL) от указанных граничных значений для каждой ячейки (BIN)

В режиме последовательности диапазонов тестирования задается как предельное значение сравнения. Значение предела сравнения должно быть установлено на основе последовательности от малого к большему.

Примечание: при установке предельного значения режима допуска диапазон измерений ячеек должен быть от малого до большего. Если диапазон допуска BIN1 является наибольшим, все несоответствия с установками будут отсортированы в BIN1. В режиме допуска, ряд предела каждой ячейки может прерываться или перекрываться. Нижнее предельное значение не обязательно меньше номинального значения, а верхнее — не обязательно больше номинального значения (рис. 8).



Рис. 8. Сравнение методов сортировки

Пределы установки граничных значений соответствуют диапазонам прибора — от 10 кОм до 1 ПОм (петаом, 10^{15} Ом) для сопротивления и от 1 пА до 1 мА для установки значения тока.

В следующем пункте меню — BARGRAF SETUP — устанавливается диапазон измерения (шкала) для графического отображения в режиме BAR DISPL при измерении тока и сопротивления. Весь действующий диапазон прибора разбит на поддиапазоны, каждый имеет свой номер, номер диапазона «0» соответствует режиму автоматического выбора диапазона.

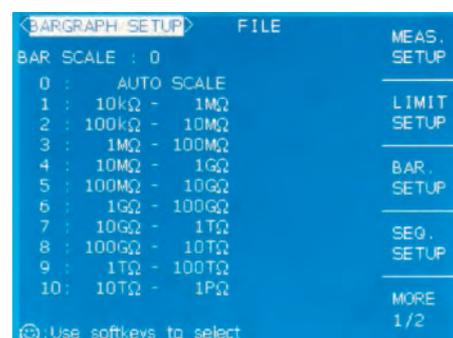


Рис. 9. Диапазоны прибора при измерении сопротивления

В ряде случаев, где в меню необходимо вводить диапазон значений, вводится только порядковый номер диапазона, а указанный диапазон устанавливается во всех меню прибора. На рис. 9 приведен пример выбора автоматического определения диапазона — «0».

Меню установки параметров последовательных измерений SEQUENCE SETUP. В этом меню устанавливается порядок и параметры проведения последовательных измерений, отображаемых на странице SEQUENCE DISP. Режим последовательных измерений использует два типа установок параметров — 2 группы предустановленных, используемых по умолчанию и 4 возможных варианта пользовательских установок.



Рис. 10. Меню установки параметров последовательных измерений

По умолчанию можно использовать два типа измерений — одна группа измерений содержит вариант измерения в течение 20 с, а вторая в течение 60 с. Оба типа включают в себя зарядку образца (CHARGE), стабилизацию процесса (WAIT), измерение (MEASURE) и разрядку образца (DISCHARGE) на внутреннее сопротивление прибора. Когда выбран один из этих вариантов, прибор произведет измерение параметров через установленное время (20 или 60 с) и образец будет автоматически разряжен.

Вторая группа предустановленных параметров (20/60 SEC MEAS. GO) отличается только тем, что измерения будут остановлены при достижении минимального значения, установленного во вкладке (SEQ CONTENT), а если минимальное значение достигнуто не будет, то тогда измерения произойдут на

20 (или 60) секунде, после чего измерения будут остановлены и начнется разрядка образца.

Применение пользовательских настроек особенно удобно при работе прибора в режиме дистанционного управления. Программа испытаний составляется в таблице на странице SEQ. CONTENT. Из бокового меню построчно вносим необходимые операции (CHARGE, WAIT, MEASURE, MEAS. CONT, MEAS. TO GO, DISCHARGE) и далее указываем тестовые параметры: HV(V) — величина тестового напряжения, RANG — устанавливается диапазон измерительного тока, один из 7 диапазонов от 10 пА до 1 мА, либо автоматический выбор диапазона AUTO, AVG — количество измерений для усреднения результата, возможна установка значения от 1 до 100, LOW, UPP — граничные значения измерений параметров и TIME — длительность каждой операции, диапазон установки от 10 мс до 100 с (рис. 11).

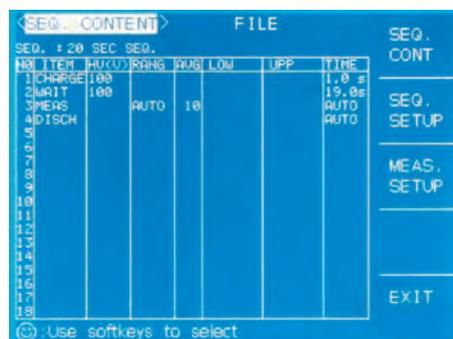


Рис. 11. Таблица ввода параметров пользовательских установок

Необходимо отметить, что верхнее и нижнее граничные значения LOW и UPP измеряемого параметра — тока или сопротивления, зависят от типа измерений, установленных в меню MEASURE SETUP в разделе выбора отображения типа результата RES. Они не обязательны для установки и устанавливаются в зависимости от выполняемой задачи, например в режиме

MEAS. TO GO граничные параметры необходимы, иначе измерения будут прерваны, а на экране появится сообщение об ошибке. Если указывается хоть одно из граничных значений, то прибор автоматически включит режим сравнения.

Большое количество настроек прибора, объединенных в функциональные меню, не позволяют описать их в рамках одной статьи. В следующей статье мы продолжим описание расширенного меню функций SETUP, содержащего параметры режимов графического представления результата измерения, режима сканера и режима пользовательских настроек прибора, ознакомимся с меню SYSTEM и интерфейсами прибора, возможностью дистанционного управления, а также рассмотрим пример использования прибора. ☑

Nowadays the market of isolation testers is very wide and various. These are compact handheld devices suitable for in-the-field operation that are usually equipped with multimeter functions and also benchtop models widely used to solve laboratory and production tasks. Model which this article is dedicated to belongs to the second group. AKTAKOM AMM-2099 is a high voltage insulation tester that can be used to measure isolation resistance of semiconductors and electrical devices in laboratory terms. AMM-2099 is capable of measuring resistance from 10 kOhm up to 100 TOhm with test voltage of up to 1000 V. At the same time the measurement of current leakage is taken at 100 pA to 1 mA range. More detailed parameters can be found in the present article.

Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АКТАКОМ

Параметр	AM-2002	AM-2004	AM-2125	AMM-2093	AMM-2099
Диапазон измерения сопротивления	1 МОм...1000 МОм	1 кОм...4000 МОм	0 Ом...1,2 ТОм	0,1 МОм...10 ГОм	10 кОм...100 ТОм
Тестовый ток	>2,55 мА	1 мА	1...1,2 мА	0,001 мА...20 мА (AC) / 0,1 мкА...10 мА (DC)	2 мА, 25 мА, 100 мА
Тестовое напряжение	100 В / 250 В / 500 В / 1000 В	250 В / 500 В / 1000 В	500 В / 1000 В / 2500 В / 5000 В	0,05...5 кВ (AC) / 0,05...6 кВ (DC)	0...1000 В
Погрешность	±3%	±3%	±5%	±2,0%	±2,0%
Время тестирования				0,2...999,9 с	0...999 с
Измерение тока утечки			0...1500 мкА		10 пА...1 мА
Дополнительные возможности	Измерение напряжения до 600 В	Измерение переменного напряжения до 600 В, прозвонка электрической цепи, аналоговая шкала	Измерение постоянного/переменного напряжения, измерение температуры, измерение коэф. адсорбции, измерение индекса поляризации	Измерение межвиткового дугового тока, сортировщик «годен/негоден», память на 5 групп настроек, программируемый режим	Сортировщик «годен/негоден», память на 20 групп настроек, программируемый режим
Интерфейсы		RS-232		USB Host, USB Device, RS-232, Handler	USB Host, USB Device, RS-232, Handler
Питание	6 × 1,5 В, AA	8 × 1,5 В, AA	8 × 1,5 В, LR14, адаптер	198...242 В	198...242 В

ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АКТАКОМ АММ-2099

INSULATION RESISTANCE METER АКТАКОМ АММ-2099

(Окончание, начало см. № 3-2018)

В предыдущей части статьи мы рассказали о функциональных возможностях измерителя сопротивления изоляции АКТАКОМ АММ-2099 и рассмотрели меню функций DISP и меню установки параметров SETUP. В настоящей статье мы закончим рассмотрение меню SETUP, рассмотрим меню системных установок SYSTEM и некоторых других функций и закончим обзор измерителя сопротивления изоляции АММ-2099 рассмотрением некоторых особенностей применения.

Результаты измерения можно представить в графическом виде, используя функцию GRAPH DISP (рис. 12). На странице функций отображается график изменения тока (или сопротивления) в течение теста. На странице функции отображается только график, а установка параметров графика, как и в ряде предыдущих меню, производится в меню SETUP на вкладке GRAPH SETUP.

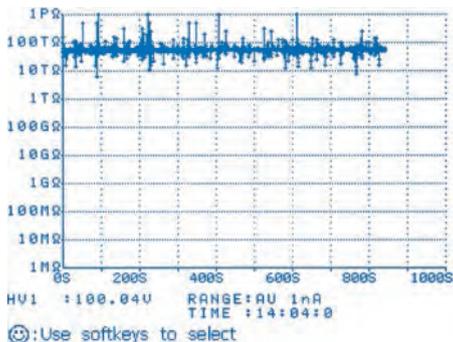


Рис. 12. Представление результатов измерения в графической форме в меню GRAPH DISP

График изменения параметра строится как для тока, так и для сопротивления. Для вывода графика надо определить масштаб времени теста по оси X (обычно, как и установка времени измерения в меню MEAS SETUP, но можно установить и произвольное значение) в поле SET TIME, диапазон значений — от 1 до 1000 с. Для оси Y нужно выбрать тип отображаемых данных — тока или сопротивления, а в случае выбора отображения тока еще необходимо в поле CUR SCOPE установить максимальное значение выбранного диапазона тока (напомним, прибор имеет 8 поддиапазонов установок тока, от 1 пА до 1 мА). График будет выводиться на дисплей по окончании проведения теста.

Среди функций, расширяющих



возможности прибора, надо отметить функцию сканера компонентов. Измеритель сопротивления можно подключить к многоканальному сканеру для проведения проверки одно-временно по 32 каналам, а результаты увидеть в таблице в меню SCAN DISP. Перед началом сканирования необходимо выбрать метод измерения, аналогично тому, как при проведении последовательных измерений в меню SEQ. SETUP, т.е. использовать 4 предустановленные программы измерений по умолчанию или создать 4 пользовательских программы (USER1...USER4).

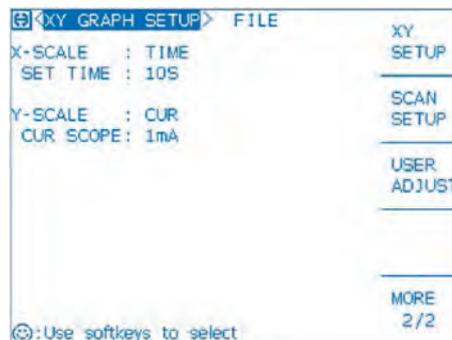


Рис. 13. Меню установки параметров GRAPH SETUP

Если при измерении в режиме сканирования используются не все каналы или необходимо повторить измерение только по части каналов, то можно указать диапазон каналов для проведения измерений — от 0 до 31 канала, указав номер начального SCAN START NUM и конечного SCAN END NUM номеров каналов.

Если прибор используется для сортировки компонентов, то результат измерения удобно представлять в виде «годен/негоден». Выбрать форму представления результата можно в поле SCAN RESULT, а параметры отбора

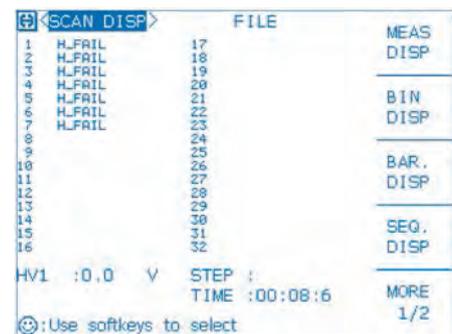


Рис. 14. Меню режима сканирования SCAN DISP

установить в меню LIMIT SETUP аналогично описанному выше.

Опция меню SCAN SETUP проверяет правильность подключения сканера к прибору. Для обеспечения безопасности и целостности оборудования перед проведением испытания необходимо проверить подключение сканера, в поле SCAN CONNECT выбрать TEST, и при правильном подключении в этом поле отобразится «YES» или «NO», если сканер подключен неправильно или отсутствует.

Последний пункт меню SETUP — USER ADJUST позволяет установить дополнительные параметры калибровки или задать опорный уровень.

В режиме калибровки можно откорректировать значения тока, как для каждого поддиапазона отдельно, так и для всех одновременно.

Дополнительно, используя LOAD CORR, можно включить или выключить режим калибровки под нагрузкой.

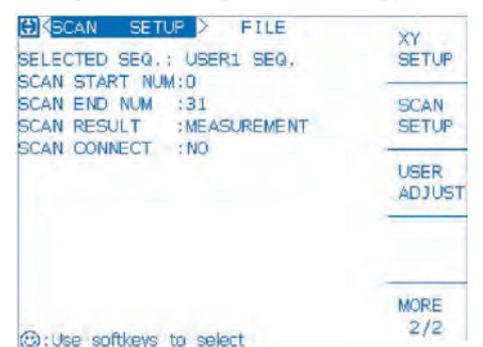


Рис. 15. Меню установки параметров режима SCAN SETUP

В некоторых случаях, при проведении измерений желательно ввести поправочный (опорный) коэффициент, это можно сделать, предварительно выбрав тип и единицу измерения и введя значение в поле REFERENCE. Если значение уже записано, его можно очистить, нажав кнопку CLEAR в правой части экрана.

МЕНЮ КОНФИГУРАЦИИ СИСТЕМЫ ПРИБОРА

Установка параметров прибора, не имеющих отношение к измерениям, производится в меню, вызываемым клавишей SYSTEM в поле MENU на передней панели прибора.

Набор системных настроек включает в себя параметры системы и внешних интерфейсов.

Здесь можно установить тип и контрастность дисплея. Дисплей мо-

жет отображать данные как в прямом (синие символы на белом фоне — CLASSIC), так и в инверсном варианте (белые символы на синем фоне — DEFAULT). Причем, при изменении контрастности LCD CONST происходит плавный переход от одного состояния к другому, поэтому можно остановиться на каком-то среднем варианте.

В этом меню также можно включить звуковое сопровождение при работе прибора в режиме сортировки. Так, используя поля PASS BEEP и FAIL BEEP можно присвоить различные звуковые сигналы каждому событию режима «годен/негоден». Для установки доступны варианты звуковых сигналов, выбираемые экранными кнопками — длинный сигнал высокого тона HIGH LONG, короткий сигнал высокого тона HIGH SHORT, длинный сигнал низкого тона LOW LONG, два коротких сигнала TWO SHORT или совсем отключить звук экранной кнопкой OFF.

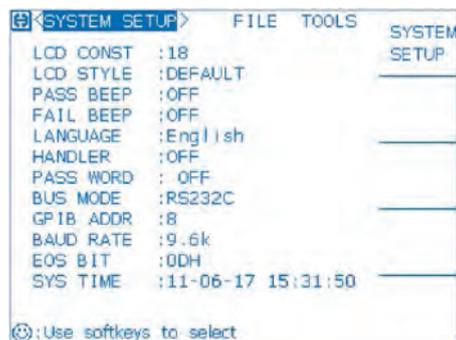


Рис. 16. Меню конфигурации системы прибора SYSTEM SETUP

Выбор языков в меню LANGUAGE не велик и представлен двумя языками — китайским и английским, но все меню достаточно информативно и даже пользователь с «неуверенным» знанием английского языка достаточно быстро разберется с управлением и настройками прибора.

Прибор может использоваться в составе автоматизированных комплексов для сортировки компонентов. Для этого на задней панели прибора есть разъем HANDLER, к которому подключается манипулятор автоматизированной системы. Включение и выключение интерфейса манипулятора осуществляется в поле HANDLER, выбирая в боковом меню кнопку нужного состояния.

Для предотвращения случайного или преднамеренного изменения установленных параметров, неквалифицированной калибровки прибора или иных случаев несанкционированного вмешательства в настройки, прибор может быть защищен паролем. Изначально, паролем защищена только функция калибровки прибора, однако выбрав в поле PASSWORD позицию LOCK SYSTEM, можно включить за-

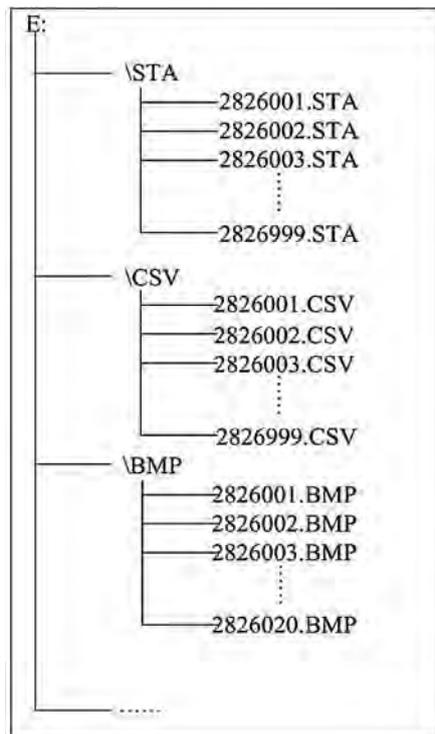


Рис. 17. Структура директорий на внешнем носителе

щитную функцию прибора, включая защиту сохраненных файлов, а используя MODIFY можно изменить пароль или отключить функцию совсем (OFF).

GPIB — опция, и устанавливается на заводе по предварительному заказу. После выбора интерфейса устанавливаются его параметры — адрес прибора на шине (для GPIB) или скорость передачи (для RS-232).

Последняя функция в меню SYSTEM SETUP — установка системной даты и времени (формат даты: ГГ-ММ-ДД), устанавливается клавишами цифровой клавиатуры. В дальнейшем дата присутствует во всех сохраняемых файлах (данных и изображениях).

СОХРАНЕНИЕ И ЗАГРУЗКА ДАННЫХ

Прибор имеет широкие возможности по сохранению данных измерений, настроек, и изображений (копий изображений на экране прибора).

Часто возникает необходимость сохранить параметры прибора в момент проведения испытаний для отчета или для воспроизведения аналогичных условий при проведении последующих измерений. С этой целью в приборе заложена возможность сохранения данных как во внутренней энергонезависимой памяти, так и на внешнем USB носителе.

Возможно сохранение трех видов файлов: файлы конфигурации прибора *.sta, файлы с массивом записанных данных в формате *.csv («значение, разделенные запятыми»), файлы,



Рис. 18. Пример подключения прибора при измерении сопротивления изоляции жил кабеля

Далее следуют поля выбора установок внешних интерфейсов для подключения к компьютеру и дистанционному управлению. Выбирается тип используемого интерфейса (шины) BUS MODE — RS-232, GPIB или USB. Однако, надо сказать, интерфейсы RS-232 и USB (классов TMC и CDC) присутствуют в приборе штатно, а

используемые в программе Excel компании Microsoft), изображения экрана прибора в формате *.bmp. При этом во внутренней памяти можно сохранить только файлы с конфигурацией прибора в формате *.sta, более объемные файлы данных и изображения сохраняются только на внешнем USB носителе.

Файлы конфигурации *.sta, сохраненные как во внутренней памяти, так и на внешнем носителе, могут быть загружены снова в прибор в качестве текущей конфигурации.

В случае использования внешнего USB накопителя при первом подключении накопителя к прибору в нем автоматически создаются папки \STA, \CSV и \BMP, в которые записываются соответствующие файлы. Следует иметь в виду, что независимо от объема памяти носителя, объем памяти «папок» конечен и составляет 999 файлов типа *.sta и *.csv и 20 файлов типа *.bmp.

В меню FILE возможны все основные операции с файлами — создание, копирование, удаление.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении измерений необходимо соблюдать правила техники безопасности. Важно помнить, что условия тестирования предполагают передачу образцу определенного электрического заряда, и, несмотря на включение функции разряда образца после испытания, необходимо проявлять осторожность при операциях с измерительными проводами и самим образцом после проведения теста.

Определим сопротивление изоля-

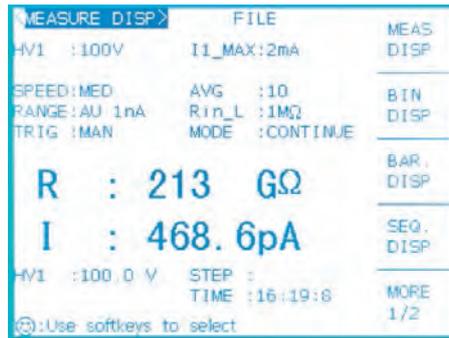


Рис. 19. Отображение измеренного значения на экране прибора

ции обычного силового кабеля с ПВХ изоляцией проводников.

Для проведения измерений измерительные провода из комплекта поставки прибора подключаются к терминалам на передней панели прибора. Если нет дополнительных условий к проведению тестирования, то в меню MEAS SETUP устанавливаем тестовое напряжение 100 В, автоматическое определение диапазона измерения и ограничиваем ток 2 мА, а все остальные установки оставляем заводскими. Подсоединив измерительные провода — с красной изоляцией к BNC-разъему «HV» и черной к разъему «Input», подключаем зажимы-«крокодилы» к тестируемому образцу (рис. 18).

Не забываем про технику безопасности, не допускаем касания образца и зажимов-«крокодилов» с токопроводящими элементами конструкций и приборов.

Убедившись в надежности и безопасности подключения, нажимаем клавишу TEST и затем клавишу HV, следим за изменением значений на экране. Все время проведения теста индикатор «HV» будет включен. Когда значения стабилизируются, нажимаем клавишу «HV», индикатор «HV» погаснет, тестирование заканчивается и прибор разрядит образец. Измеренные значения будут оставаться на экране до следующего запуска измерения.

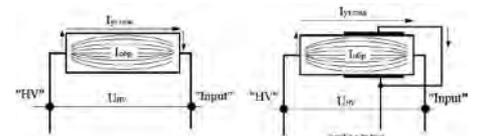


Рис. 20. Использование разъема «GUARD» для повышения точности измерений

Следует отметить, что при измерениях надо использовать по возможности короткие провода, а в случае излишней длины измерительных проводов нежелательно собирать их в «кольца» (из-за индуктивности). Совместно с паразитной емкостью такая индуктивность может работать как колебательный контур и усиливать переходные процессы по напряжению. Также следует помнить, что при измерении сопротивления изоляции длинных кабелей с большой паразитной емкостью, накопленный заряд может превысить возможности прибора по разряду образца и в какой-то момент вывести его из строя. Во избежание этого желательно использовать балластные сопротивления 10...1000 Ом и мощностью 2...5 Вт.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЪЕМА «GUARD»

На передней панели вместе с BNC разъемами «HV» и «Input» находится гнездо «GUARD», которое используется для разных целей, в зависимости от свойств объекта измерения.

В неидеальных условиях, когда поверхность образца не обработана соответствующим образом и имеет какие либо загрязнения или увлажнена, тестовый ток будет протекать не только через материал изолятора, но и по его поверхности, т.е. тестовый ток будет складываться из двух величин — тока $I_{обр}$ и тока утечки по поверхности образца $I_{ут.пов}$. Таким образом, значение сопротивления, рассчитанное прибором, будет неверным. Результат измерения можно скорректировать, если удалить значение тока утечки по поверхности $I_{ут.пов}$ из расчета. Это можно сделать, создав гальваническую связь между поверхно-

При проведении измерений, как правило, используют два метода испытаний:

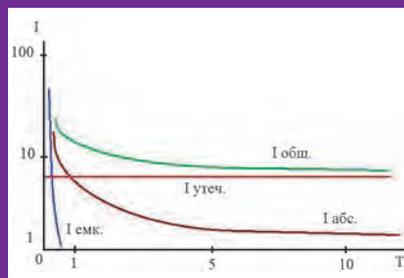
- метод длительного приложения тестового напряжения;
- метод ступенчатого увеличения тестового напряжения.

Метод длительного приложения напряжения, как правило, дает наиболее точное представление о свойствах диэлектрика (изоляции). За время проведения теста стабилизируется температура образца, устанавливаются компоненты, слагающие общий ток утечки и завершаются паразитные процессы. На графике представлено типовое распределение компонентов общего тока утечки в зависимости от времени теста (ток представлен в относительных единицах). Кривая «I емк.» отображает емкостную составляющую тока утечки — кратковременный ток, быстро спадает и становится незначительным по сравнению с измеряемым током утечки, кривая «I абс.» — ток диэлектрического поглощения (абсорбции), уменьшается значительно медленнее I емк., кривая I утеч — представляет ток утечки, характеризующий сопротивление изоляции (более подробно о составляющих написано в первой части статьи).

В случае, когда изоляция высокого качества, ток утечки очень низкий и определяется в значительной мере емкостной составляющей (I емк.) и током диэлектрического поглощения (I абс), выражается как резкое падение и медленное снижение практически до «0».

Если изоляция некачественная, загрязненная, имеет повреждения или временную деградацию, то определяющую роль играет ток утечки I утеч., влияние I емк. и I абс. незначительно, а измерение сопротивления изоляции быстро достигает устойчивой и постоянной величины.

Метод ступенчатого увеличения напряжения обычно применяется в случаях, когда старение материала или иные факторы (повреждение, загрязнение или влажность) не позволяют достоверно определить сопротивление диэлектрика, т.к. диэлектрическое напряжение тестируемого образца сравнимо с тестовым напряжением, а значительное повышение тестового напряжения приводит к пробойу в дефектной точке и заметное падение измеряемой величины. В этом случае тестовое напряжение поэтапно повышают с определенными временными интервалами, а падение сопротивления изоляции более чем на 25% в последующих интервалах может свидетельствовать об ухудшении или разрушении материала.

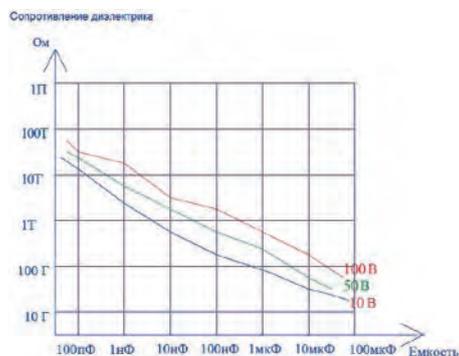


стью образца и прибором через разъем «GUARD», который соединен с тем же потенциалом, что и разъем «Input», но уже после измерительного элемента прибора, определяющего ток, протекающий через образец. Рекомендуется использовать разъем «GUARD» при измерении сопротивлений более 10 ГОм.

Также разъем «GUARD» используется и для подключения оплеток экранированных кабелей, заземления неиспользуемых проводников в многожильных кабелях при измерении сопротивления изоляции и в случаях, когда необходимо купировать влияние внешних сильных электромагнитных полей на испытуемый образец.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ КОНДЕНСАТОРОВ

Максимальное достижимое значение сопротивления изоляции зависит от значения емкости конденсатора и приложенного тестового напряжения. Примерный график зависимости сопротивления от приложенного напряжения приведен на рисунке 21. В данном случае дополнительное влияние оказывает шум от источника питания высоковольтного выхода HV в диапазоне от 0,1 до 10 Гц, который невозможно удалить без увеличения времени стабилизации высокого напряжения HV или время успокоения усилителя входного тока.



Большинство конденсаторов имеют эффект памяти. Значение сопротивления будет некорректным (завышенным), если последующий тест проводится через короткое время таким же напряжением и той же полярности, или, наоборот, измеренное значение будет меньше реального, если полярность будет изменена. Т.е. если испытывать диэлектрик конденсатора в соответствии с международным стандартным 60 секундным тестом, то повторное измерение надо производить после медленной разрядки конденсатора с длительной задержкой после предыдущего измерения. При измерении конденсаторов большой емкости время между

Различный материал диэлектрика обладает разной диэлектрической проницаемостью — величиной, характеризующей способность вещества к поляризации и вычисляемая как отношение емкости конденсатора с данным диэлектриком к емкости такого же конденсатора, роль диэлектрика в котором играет вакуум, т.е. диэлектрическая проницаемость демонстрирует, во сколько раз напряженность поля данных зарядов в диэлектрике (однородном) будет меньше, чем в вакууме.

Важным фактором, характеризующим диэлектрик, является полярность материала. В полярных материалах существует постоянное неравновесие диэлектрических зарядов. При переменном токе невысоких частот, полярные молекулы (диполи) самоориентируются и возникающие при этом токи невелики. Но при высоких частотах периориентация диполей может вызывать значительные потери.

В неполярных материалах заряды уравновешены и изменение частоты тока не ведет к заметным потерям, а ряд диэлектриков (например, полистирол) имеют коэффициент диэлектрической проницаемости практически постоянным от 0 до сотен и тысяч мегагерц.

Отличительными свойствами обладают виды керамики с высокой диэлектрической проницаемостью. Высокое значение проницаемости сохраняется в таких диэлектриках до частот тысяч мегагерц, но при этом материал становится очень чувствителен к температуре, давлению или приложенному напряжению в силу высокой индуцированной поляризации на высоких частотах.

измерениями может достигать 24 часов.

Некоторые конденсаторы с очень высоким сопротивлением диэлектрика, например, с диэлектриками из полистироловых или полипропиленовых пленок, при действии на них постоянного напряжения в течение длительного времени (более 200 с) начинают генерировать шум, так называемый «эффект внутреннего заряда», это отображается на дисплее прибора, как если бы сопротивление диэлектрика начало снижаться, а изображение на дисплее (в графическом режиме) начинает «зашумляться».

В ряде случаев при измерении сопротивления диэлектрика конденсаторов, в том числе и автоматических линиях, необходима ступенчатая зарядка конденсатора перед измерением, чтобы получить фактическое значение сопротивления. Это связано с тем, что время полного заряда может быть больше временного интервала между измерениями или, например, с вторичными эффектами, такими как утечка тока («диэлектрическое поглощение», «диэлектрическая абсорбция») фольговых конденсаторов. Такой режим зарядки можно получить, если использовать функцию последовательных измерений.

Диэлектрическая абсорбция в основном является характеристикой материала диэлектрика. Значение коэффициента диэлектрической абсорбции может меняться от 0,002% для полистирольных конденсаторов, от 0,02% для фторопластовых конденсаторов и до 10% и более для алюминиевых электролитических конденсаторов.

Сфера применения измерителей сопротивления изоляции постоянно растет. Это связано как с появлением новых материалов, в том числе и диэлектриков, так и с проникновением технологий, использующих в той или иной мере электрические устройства,

во все новые области жизнедеятельности человека. Расширение географии использования технологий так же приводит к пересмотру требований к техническим характеристикам прибора и безопасности использования. Приборы, аналогичные АММ-2099, в силу своей широкой функциональности, ориентированы на использование в промышленных автоматизированных линиях и в научно-исследовательских лабораториях, но с успехом находят свое применение и в небольших производствах и ремонтных мастерских. ☑

Nowadays the market of isolation testers is very wide and various. These are compact handheld devices suitable for in-the-field operation that are usually equipped with multimeter functions and also benchtop models widely used to solve laboratory and production tasks. Model which this article is dedicated to belongs to the second group. АКТАКОМ АММ-2099 is a high voltage insulation tester that can be used to measure isolation resistance of semiconductors and electrical devices in laboratory terms. АММ-2099 is capable of measuring resistance from 10 kOhm up to 100 TOhm with test voltage of up to 1000 V. At the same time the measurement of current leakage is taken at 100 pA to 1 mA range. More detailed parameters can be found in the present article.