

Solartron Analytical ModuLab MTS - уникальная рабочая станция для электрической характеристики свойств материалов



Solartron ModuLab MTS (от английского Materials Test System – испытательная материаловедческая система) представляет собой интегрированную модульную испытательную систему для определения электрических свойств широкой гаммы материалов – от изоляторов до сверхпроводников.

В системе реализованы следующие возможности:

- методы исследования на постоянном токе во временной области, включая зависимость «ток – напряжение» (I-V); испытания постоянным и импульсным напряжением; с использованием временной развертки напряжения
- методы исследования на переменном токе, включая измерения импедансные, емкостные и диэлектрической проницаемости, зависимость «емкость – напряжение» (C-V); испытания по методу Мота-Шотки (Mott-Schottky) с использованием электрических модулей
- встраиваемые дополнительные модули расширения диапазона измерений: высокого напряжения, образцового / опорного изделия, усилителя тока и усилителя слабых токов
- держатели образцов и другие принадлежности для проведения высокотемпературных и низкотемпературных исследований, в том числе криостаты, печи и т.п.

Единственная в своем роде исследовательская установка

В настоящее время существует много систем для оценки электрических свойств различных материалов. В первом приближении по применяемым методам исследований их можно разделить на две основные категории. К первой относятся изделия для работы во временной области, реализующие такие испытания на постоянном токе, как с постоянной амплитудой, импульсные и развертку (I-V) для определения основных электрических свойств материалов. Вторая группа включает испытательные установки на переменном токе, позволяющие проводить импедансные и емкостные измерения, исследования по методу Мота-Шотки и определению зависимости C-V для более детального анализа механизмов проводимости материалов.

Во многих случаях для всесторонних исследований исследуемого материала необходим целый ряд различных приборов, часто от нескольких изготовителей, включая усилители, в том числе слабых токов, оборудование для термических испытаний (криостаты, печи) и т.п.

Система ModuLab MTS предлагает уникальное решение задачи, объединяя все необходимые устройства и методики испытаний в одной модульной установке. Ядром системы является модуль MAT (модуль исследований свойств материалов - **MA**terial **TE**st), обеспечивающий высокоскоростные испытания во временной области и позволяющий расширить диапазон исследований установкой дополнительных модулей, например, анализатора частотного отклика для проведения импедансных измерений / снятия характеристик C-V; аналоговых усилителей для проведения высоковольтных / слаботочных измерений, а также использовать принадлежности для температурных исследований, обеспечивая интегрированный контроль выполнения термических исследований.



Модульная конструкция обеспечивает владельцу целый ряд преимуществ, в том числе:

- незначительные первоначальные затраты – базовый модуль МАТ и шасси для установки дополнительных модулей могут впоследствии быть дополнены необходимыми блоками.
- экономия общих затрат – модули и принадлежности для расширения возможностей системы, можно использовать в любых исследованиях. Токковые и высоковольтные усилители применяются в ходе испытаний по постоянному или/и переменному току, а принадлежности для температурных экспериментов используются при необходимости на всех этапах
- простота в эксплуатации – одно и то же программное обеспечение управляет работой системы при постановке любых экспериментов, существенно ускоряя его усвоение
- снижение простоев из-за возможных неисправностей и упрощение ремонта – если один из модулей по какой-либо причине выходит из строя, то остальные компоненты системы продолжают функционировать, пока он ремонтируется.



Система создавалась с учетом требований оптимального функционирования при исследованиях различных материалов всех установленных в ней модулей, в том числе:

Для достижения оптимальных характеристик и гибкости предлагается широкий набор встраиваемых модулей, обеспечивающих системе охват широкого круга исследований

	Reference	Chemicals	Semiconductors	Polymers	Metals/Alloys	Superconductors
MAT core for the domain characterization	●	●	●	●	●	●
MFRA C44 Mott Schottky Impedance	●	●	●	●	●	●
MHV 100A high voltage 100V	●	●	●	●	●	●
MFRA (A current resolution >100 TQ)	●	●	●	●	●	●
MREFs sample / reference measurement	●	●	●	●	●	●
MBST 2A current booster	●	●	●	●	●	●
External high voltage amplifier	●	●	●	●	●	●
129610A Cryostat (5 K to 600 K)	●	●	●	●	●	●
High temperature furnace (RT to 1600°C)	●	●	●	●	●	●
12962A, 63A, 64A Sample holder	●	●	●	●	●	●
Semiconductor probe station	●	●	●	●	●	●

- высоковольтного модуля, обеспечивающего напряжение до 10 кВ, необходимое для исследований материалов с очень высоким импедансом, например, керамики и ферроэлектриков.
- принадлежностей для управляемых термических испытаний включая криостат, высокотемпературную печь и держатели проб.
- модуля анализатора частотного отклика – MFRA, функциональные возможности которого остаются непревзойденными. Методы одно- и много- синусоидального гармонического анализа и БПФ поддерживаются во всем частотном диапазоне системы. Для чистоты результатов импедансных измерений модуль MFRA использует 40-кратную избыточную выборку во всем рабочем диапазоне частот.

На шасси системы можно установить несколько модулей МАТ и MFRA для одновременных испытаний ряда образцов материалов с использованием одностипных или различных экспериментальных методик. Для повышения производительности в системе можно использовать несколько таких шасси. Все они подключаются к управляющему ПК по локальной сети топологии Ethernet, чем обеспечивается гибкость размещения и функционирования ПК и шасси.



ModuLab MTS – самая совершенная в мире система для характеристики свойств материалов

Возможные области применения...

Особое внимание при конструировании системы ModuLab MTS обращалось на пригодность её для исследований практически любых материалов от изоляторов до сверхпроводников, в том числе:

- наноматериалов
- полупроводников
- преобразователей световой энергии в электрическую
- керамических материалов
- полимеров
- дисплейных материалов для промышленной и бытовой техники
- ферро- и пьезоэлектриков
- диэлектриков
- биомедицинских материалов
- сверхпроводников

Исследуемые материалы могут быть твердыми, жидкими или сыпучими; подвергаться нагреву в печах до температуры свыше 1600°C или охлаждаться до температур, близких к абсолютному нулю с помощью криостата. Для полной характеристики свойств большинства существующих материалов достаточно реализованных в системе методов электроиспытаний на постоянном и переменном токе с использованием измерений импеданса и приложением термических нагрузок.

Керамические материалы

Сегодня керамика используется во многих областях, где рабочие температуры достигают очень высоких значений: аэрокосмической технике (лопатки турбин, облицовка космических аппаратов), соплах и камерах двигателей внутреннего сгорания, датчиках, тормозных дисках и т.п. Кроме того, они широко применяются в электронике (изоляторы и диэлектрики) и биомедицине (импланты).

Для исследования керамики в MTS используются следующие комплектующие:

- модуль высокого напряжения MHV 100
- внешний высоковольтный усилитель напряжения (10 кВ)
- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто диапазоне
- высокотемпературная печь

Полимерные материалы

Полимеры широко применяются в самых различных изделиях, например, изоляционных материалах электрических кабелей, полуфабрикатах для электронных дисплеев, низкотемпературных диэлектриках в полупроводниковой технике, в проводниках электрического тока, пластиковых покрытиях и т.д. Для исследований их диэлектрических свойств очень широко используется метод импедансной электроскопии.

Для подобных исследований для MTS предусмотрены следующие комплектующие:

- модуль высокого напряжения MHV 100
- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)
- криостат для исследования переходных процессов в стекле (проверка стеклования)

Наноматериалы

В последнее время широкое развитие получили наноматериалы в виде комбинаций существующих керамических, полимерных и других материалов с наноструктурными образованиями, позволяющими получить композиты с совершенно новыми впечатляющими механическими, термическими и электрическими свойствами. Такие материалы применяются во многих областях науки и техники, в том числе в полупроводниках, солнечных батареях, авиации и космонавтике, медицине, сверхпроводимости и т.п.

Для подобных исследований MTS оснащается следующими комплектующими:

- модулем высокого напряжения MHV 100
- модулем MREF текущего / опорного образца
- модулем слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне

- криостатом для исследований при очень низких температурах
- модулем анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Солнечные батареи

Солнечные батареи (или в общем случае устройства для преобразования световой энергии в электрическую) позволяют использовать «даровую» солнечную энергию в качестве альтернативы традиционным ископаемым энергоносителям. Для оценки мощности и эффективности подобных устройств широко применяется характеристика свойств материалов в координатах I-V, а для анализа плотности и изменения заряда материала носителя используются импедансная электроскопия с характеристикой в координатах C-V.

Для этих исследований MTS использует следующие возможности и блоки:

- исследования на постоянном и переменном токе
- модуль высокого напряжения MHV 100
- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- модуль токового усилителя MBST 2A для исследований с сильными токами
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Сверхпроводники

К сверхпроводникам относятся материалы, сопротивление которых при определенных температурах, близких к абсолютному нулю, становится пренебрежимо мало. На их основе создаются мощные электромагниты, например, для томографов на основе магнитного и ядерно-магнитного резонанса и масс-спектрометров.

Для изучения свойств сверхпроводников необходимо измерять очень малый импеданс при точно задаваемой температуре. С этой точки зрения в соответствующую конфигурацию MTS включаются следующие модули:

- модуль токового усилителя MBST 2A для измерения малых сопротивлений (импеданса)
- криостат для исследований при очень низких температурах
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Дисплеи

Новые технологии производства позволяют резко улучшить качественные параметры устройств визуализации для портативных компьютеров, мобильных телефонов и плоских телевизоров.

Развитие мобильных устройств постоянно требует повышения срока службы батарей питания (один из ключевых моментов в этом направлении – снижение энергопотребления дисплеев), снижения их веса и повышения яркости и четкости дисплеев, в частности, новые дисплеи по технологиям OLED и AMOLED обладают значительно лучшими характеристиками, чем их предшественники.

Для исследования дисплеев ModuLab MTS предполагает установку следующих модулей:

- модуль высокого напряжения MHV 100
- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Полупроводники

Полупроводники представляют собой материалы, изменяющие свое электрическое сопротивление при приложении внешних электрических полей. Изделия из них находят широкое применение в вычислительной технике, выпрямителях тока и напряжения, солнечных батареях, различных усилителях и т.п.

Изменение электрической емкости при изменениях приложенного напряжения (смещения), частоты и температуры дает информацию об изменении плотности и заряда носителя, наличии и уровня примесей и т.п. Для исследования полупроводников ModuLab MTS может использовать следующие методики и оснастку:

- испытания I-V, C-V и по методу Мота-Шотки
- модуль высокого напряжения MHV 100
- модуль MREF текущего / опорного образца

- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- модуль токового усилителя MBST 2A
- криостат для исследований при очень низких температурах
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Диэлектрики

К диэлектрикам относятся непроводящие ток материалы (электрические изоляторы), которые, однако, способны создавать электрические поля.

К числу таких материалов принадлежат ферроэлектрики (используемые в электронике, например, схемах памяти компьютеров) и пьезоэлектрики, а также многие полимеры, керамики, масла, стекло и фарфор.

Для исследования диэлектриков ModuLab MTS предлагает следующие методики и оснастку:

- испытания I-V и измерение импеданса
- модуль высокого напряжения MHV 100
- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- печь или криостат
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Биоматериалы

Необходимо отметить, что ModuLab MTS не сертифицирована для прямой работы (подключения) с пациентами и может применяться только для исследований «in-vitro».

Тем не менее, система MTS способна испытывать различные биомедицинские материалы с применением методик испытаний по постоянному и по переменному току: трансплантаты органов и тканей, кровь, вирусные и тканевые клетки, а также применяется для исследований систем доставки лекарственных препаратов в организме.

Для исследования биоматериалов ModuLab MTS использует следующую оснастку:

- модуль MREF текущего / опорного образца
- модуль слаботочных измерений MFA для измерений тока в фемто- диапазоне
- криостат
- модуль анализатора частотного отклика MFRA для исследований на переменном токе (импедансной электроскопии)

Аппаратное обеспечение системы ModuLab MTS

Базовый модуль МАТ

Ядром, вокруг которого построена система ModuLab MTS, является базовый модуль МАТ, использующий последние достижения в технологии цифровой обработки сигналов (DSP) для обеспечения точного проведения эксперимента, скоростного сбора данных, усреднения полученных результатов, безопасной работы и соблюдения заданных эксплуатационных пределов. Модуль МАТ обеспечивает:

- генерирование сигналов требуемой формы благодаря высокой частоте выборки (64 мегавыборки/сек) и интерполяционным фильтрам, создающим на выходе сигнал, сочетающий прецизионность, стабильность и контроль, присущей цифровым технологиям, с аналоговой плавностью и гладкостью.
- высокоскоростной сбор данных вплоть до 1 мегавыборки/сек, используемых для импульсной и высокоскоростной развертки напряжения при I-V испытаниях.
- широкополосные быстрые, точные и надежные I-V, импульсные и импедансные измерения во всем диапазоне частот и значений импеданса (с установленным модулем MFRA).
- использование «плавающих» электродов для измерений заземленных образцов
- гибкие экспериментальные последовательности тестов, позволяющие осуществлять высокоскоростной сбор данных в тех конкретных фазах эксперимента, где нужна высокая скорость измерений, например, для импульсного или высокоскоростного I-V анализа.
- мгновенное переключение в ходе эксперимента между методами испытаний, например, C-V, I-V, импульсным, импедансным и т.д. для исключительной функциональной гибкости при постановке экспериментов для широкой гаммы материалов.

Модуль анализатора частотного отклика MFRA

Модуль анализатора частотного отклика MFRA системы ModuLab MTS обеспечивает проведение испытаний на полную проводимость, диэлектрическую проницаемость, электрические параметры, анализы C-V и по методу Мота-Шотки с использованием различных методик измерений по всему частотному диапазону от 10 мкГц до 1 МГц:

- одно- синусоидальный корреляционный метод дает экспериментатору беспрецедентную точность и повторяемость измерений. Тысячи публикаций были посвящены разработанной фирмой Solartron технологии измерения импеданса. Модуль MFRA повышает достигнутые характеристики благодаря сочетанию высококачественного аналогового аппаратного обеспечения с последними техническими достижениями в области высокоскоростной цифровой обработки (DSP) данных (так измерения в полосе 1 МГц \pm 10 Гц, 10 точек / декада выполняются всего за 5 секунд).
- много- синусоидальный / БПФ (быстрое преобразование Фурье) анализ повышает скорость измерений, одновременно возбуждая и измеряя образцы на нескольких задаваемых оператором частотах. Этот режим особенно ценен для быстрого низкочастотного анализа и при измерениях изменяющихся во времени или нестабильных ячейках. Много-синусоидальные / БПФ измерения проводятся настолько быстро, что они зачастую оказываются выполненными до изменения частотного отклика испытываемого образца.
- метод гармонического анализа использует БПФ с возбуждением образца на одной или нескольких частотах и позволяет исследовать линейность и искажения.
- выполнение измерений C-V (емкость – постоянное напряжение) и Мота-Шотки по всему частотному диапазону с использованием одно- или много- синусоидальной корреляции.

Модуль высокого напряжения MNV 100

Базовый модуль MAT обеспечивает подачу на образец напряжения возбуждения до ± 8 В. Однако во многих случаях для испытаний требуется более высокое напряжение, например, для исследований обладающих высоким импедансом изоляционных материалов.

Модуль MAT в сочетании с дополнительным модулем MNV обеспечивает подачу ровного (без пульсаций - ultra-smooth) напряжения развертки, I-V, постоянного и импульсного напряжения в расширенном до ± 100 В диапазоне и автоматически снижает напряжение на образце для базовых измерений с модулем MAT.

Модуль MNV способен также создавать переменное напряжение с двойным размахом амплитуды до 100 В для проведения импедансного анализа, используя для этого выходной сигнал модуля MFRA. Для C-V, метода Мота-Шотки, емкостного и импедансного анализа с высоким напряжением можно комбинировать сигналы напряжения постоянного и переменного тока.

Модуль текущего / опорного образца MREF

Модуль текущего / опорного образца MREF обеспечивает повышенную точность измерений на переменном токе образцов диэлектриков, измеряя сначала характеристики материала испытываемого образца, а затем «золотого» образца (калиброванного опорного конденсатора того же импеданса) с использованием идентичных кабелей.

Измерение характеристик опорного конденсатора (емкости) дают исследователю информацию о систематических ошибках, вносимых кабелями подключения и измерительными цепями, которую можно затем использовать для компенсации их при измерениях исследуемого образца.

Целый ряд встроенных в этот модуль опорных конденсаторов позволяет выбрать наиболее близкий по импедансу к испытываемому образцу. Кроме того, при необходимости можно использовать и внешние калиброванные емкости.

Модуль слаботочных измерений MFA

Базовый модуль ModuLab MAT обладает разрешением по току в 1 пА. Этого более чем достаточно для исследований многих образцов материалов, но для отдельных групп, например, изоляторов, диэлектриков, керамики, наноматериалов (углеродных нанотрубок) и полупроводников, этого оказывается недостаточно. Модуль MFA позволяет получить разрешение до 150 фемтоампер.

Модуль MFA можно использовать совместно с модулем высокого напряжения MNV или внешним усилителем напряжения для измерения материалов с очень высоким (свыше 100 ТОм) импедансом.

Модуль MFA в комбинации с модулем MREF позволяет повысить точность и воспроизводимость результатов измерений.

Модуль токового усилителя MBST 2A

Базовый модуль MAT позволяет получать выходной ток силой до ± 100 мА. Для некоторых типов исследований, например, для характеристики полупроводников со смещением до «открытой» зоны или для испытаний сверхпроводников, могут потребоваться более сильные токи.

Модуль MBST позволяет получить выходной ток до ± 2 А при сниженном выходном импедансе. Это значительно облегчает измерение падения напряжения на образце, позволяя системе достичь разрешения порядка 10 мкОм.



Использование последних достижений технологии цифровой обработки сигналов позволяет создать конфигурацию системы, полностью отвечающую Вашим требованиям...

Программные средства

Поставляемые в комплекте с исследовательской установкой ModuLab MTS многоцелевые гибкие программные средства очень просты в применении. Они охватывают широкий спектр испытательных методик, начиная от стандартных тестов в незамкнутой цепи, I-V, C-V и метода Мотта-Шотки до комплексных многоступенчатых последовательностей, включая подготовку образца, специальные испытательные процедуры и интегрированный импедансный анализ.

Программные средства системы ModuLab MTS позволяют идентифицировать любую текущую стадию эксперимента с помощью диаграмм, позволяя оператору точно определить, какие именно тесты будут проведены на образце в следующий момент. По мере ввода параметров в программное обеспечение, волновые диаграммы отражают реальные временные и амплитудные значения, которые будут поданы на образец в ходе эксперимента.

Диаграммы подключения показывают оператору последовательность и правильность выполнения соединений и позволяют провести необходимые корректировки до начала испытаний.

Программные средства допускают свободный выбор режима сбора данных, независимо от рода эксперимента. Например, при проведении испытаний импульсным напряжением можно задать быструю выборку, что позволит проанализировать реальную форму импульсов (напряжения и тока) для выбора оптимальных точек проведения измерений.

Встроенные в ПО расширенные возможности по созданию испытательных циклов позволяют строить цепочки экспериментов, объединяющие и повторяющие последовательности испытаний по переменному и постоянному току, температуре и импедансным измерениям.

Организация навигации

Древовидная навигационная структура позволяет задавать установочные параметры и отображать исследовательские проекты (планы), отдельные эксперименты, файлы данных, графики и протоколы испытаний. Множество проектов можно использовать для создания групп из экспериментов и файлов, относящихся к конкретному образцу или серии их.

Интегрированные исследования по постоянному и переменному (импедансные) току

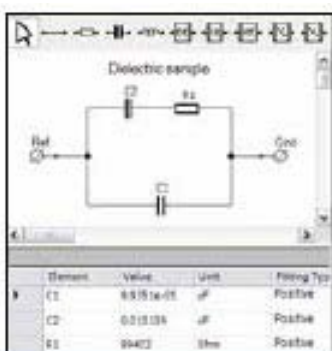
Эксперименты могут состоять как из одного, так и из множества шагов, включающих последовательности испытательных процедур. Исследования по постоянному и переменному току полностью интегрированы, позволяя автоматически сочетать последовательности процедур с постоянной амплитудой напряжения, тесты с методиками I-V, C-V, Мота-Шотки и импульсными испытаниями. Программные средства даже позволяют использовать развертку одно- синусоидального сигнала, гармонический, много- синусоидальный и БПФ анализ для всех исследований по переменному току, обеспечивая полную характеристику тестируемого образца по постоянному току и импедансным испытаниям.

Обработка и анализ результатов экспериментов

Стандартные процедуры обработки данных, в том числе линеаризация, построение электрических и эквивалентных цепей переменного тока, полностью интегрированы в программное обеспечение системы ModuLab. Модели эквивалентных цепей могут создаваться с привлечением широкого спектра электронных компонентов, включая резисторы, конденсаторы, индуктивные и распределенные элементы, приборы с постоянной фазой и диффузионные устройства. Некоторые широко распространенные математические модели заранее сконфигурированы в программном обеспечении. Другие модели легко создать с помощью встроенного графического редактора эквивалентных цепей. Это позволяет моделировать импеданс для широкого спектра материалов.

Редактор протоколов

Встроенный редактор протоколов испытаний позволяет объединять данные экспериментов с последующим выводом их в виде графиков, диаграмм и аналитической информации в текстовые редакторы, предельно упрощая процесс создания отчетов (протоколов) испытаний.



Принадлежности

Для ModuLab MTS предусмотрен целый ряд принадлежностей, расширяющий её функциональные возможности, в том числе держатели образцов, криостаты, печи и усилители.

Принадлежности для управляемых температурных испытаний

Свойства большинства материалов широко варьируются в зависимости от температуры, например, полимеры при температуре полимеризации (стеклования), сверхпроводники при температуре возникновения эффекта сверхпроводимости, полупроводники в широком диапазоне рабочих температур и авиационная керамика при исключительно высоких температурах.

Система ModuLab MTS снабжена полностью интегрированными средствами температурных испытаний с использованием криостатов и печей для комплексной характеристики подобных материалов.

Криостат Solartron 129610A использует жидкий азот или жидкий гелий для испытаний твердых, жидких и сыпучих материалов в широком диапазоне температур (5 K ÷ > 600 K). Конструкция системы гарантирует изоляцию образца от криогенных испарений, которые могут вызвать появление трещин или разбухание, используя для него отдельную камеру, которая нагревается или охлаждается инертным газом (обычно сухим газообразным гелием).

Для высокотемпературных испытаний предусмотрена печь, позволяющая проводить с помощью специального высокотемпературного держателя образца эксперименты в диапазоне от комнатной температуры до 1600°C. Такое решение наиболее часто требуется для испытаний материалов, используемых в авиационной и космической технике.

Рабочие станции для испытаний полупроводников

Для проверки с помощью системы ModuLab MTS полученных из выращенных кристаллов полупроводниковых пластин (wafers) широко используются рабочие испытательные станции сторонних производителей. С их помощью достигается точное позиционирование зондов (щупов) на поверхности пластин, необходимое для прецизионных измерений их электрических свойств. В некоторых случаях используется и криостатная система, позволяющая дополнить картину электрической характеристики соответствующими температурными данными.

Держатели образцов

Помимо встроенных в систему держателей образцов, являющимися элементами криостата и печи, Solartron предлагает и дополнительные держатели для комнатной температуры или печей с контролируемым температурным режимом.

Недавно добавленный к гамме держатель образцов модели Solartron 12962A предназначен для работы с твердыми материалами в режиме средних температур. Он предполагает использование его при двух- или четырехпроводном подключении, в зависимости от типа тестируемого образца, с высоким или низким импедансом, соответственно.

Модель 12963A представляет собой дополнительный набор для крепления электродов при работе с образцами различных размеров, а модель 12964A является принадлежностью держателя 12962A, используемой при работе с жидкими материалами.

Усилитель напряжения

При использовании встраиваемых модулей система ModuLab MTS способна проводить эксперименты во временной области и по переменному току в диапазоне напряжения, обеспечиваемого модулем MNV 100 (±100 V).

Этого достаточно для большинства материалов, но не для образцов, требующих значительно больших напряжений. В этом случае предполагается взаимодействие системы с внешними усилителями, обеспечивающим напряжение вплоть до ±10 кВ.

При работе с внешними усилителями напряжения важно обеспечить защиту испытательного оборудования от возможного повреждения при пробое образца и образовании короткозамкнутой цепи. Для этого усилитель напряжения снабжен защитным устройством, встраиваемым в цепь между MTS, высоковольтным усилителем и испытываемым образцом.

Технические характеристики системных модулей

Общие сведения	Базовый модуль MAT 1MHz	Встраиваемые модули		
		MHV 100	MBST 2A	MFA
Число занимаемых слотов шасси	один	один	два	один
Режим измерений (переключаемый в системе)	2-х или 4-х проводной	2-х или 4-х проводной	2-х или 4-х проводной	2-х или 4-х проводной
Подключаемые выходы модулей к образцу	Gen, V _{Hi} , V _{Lo} , I	Gen; V _{Hi} , V _{Lo} ; MAT- I	Gen; I; MAT- V _{Hi} , V _{Lo}	I; MAT- Gen, V _{Hi} , V _{Lo}
Кабели подключения образца (длина 1 м)	4 х BNC - BNC	кабели MAT	кабели MAT	триаксиал - BNC
«Плавающий» вход	«да», до 1 В	«да», до 1 В	«да», до 1 В	«да», до 1 В
Выход генератора - (Gen)				
Максимальная частота выборки	64 мегавыб. / сек интерполированная / отфильтрованная	использует MAT	использует MAT	неприменимо
Максимальное напряжение (на незамкнутую цепь): постоянное + двойной размах амплитуды переменного (в зависимости от ограничения по скорости спада)	±8 В	±100 В	±8 В с MAT ±20 В с MHV	неприменимо
Максимальное разрешение по напряжению	150 мкВ (<3 В) 400 мкВ (≥ 3 В)	2 мВ (<37 В) 5 мВ (≥ 37 В)	1,5 мВ	неприменимо
Максимальный выходной ток	±100 мА	±100 мА	±2 А	неприменимо
Выходной импеданс (номинальный)	50 Ом	50 Ом	<1 Ом	неприменимо
Погрешность подводимого напряжения (на незамкнутую цепь)	± 0,2% от уставки + ± 800 мкВ (<3 В) / ± 2 мВ (≥ 3 В)	± 0,2% от уставки + ± 12,5 мВ (<37 В) / ± 35 мВ (≥ 37 В)	± 0,2% от уставки + ± 10 мВ (<3 В) / ± 25 мВ (≥ 3 В)	неприменимо
Скорость развертки напряжения	1,6 МВ/с + 1 мкВ/с	10 МВ/с + 1 мкВ/с	1,6 МВ/с + 1 мкВ/с	неприменимо
Рекомендованная максимальная скорость развертки (с использованием частоты выборки 1 мегавыборка/сек)	25 кВ/сек	150 кВ/сек	25 кВ/сек	неприменимо
Минимальная длительность импульса	1 мксек	использует MAT	использует MAT	неприменимо
Максимальная скорость спада	>10 В/мксек	>15 В/мксек	>10 В/мксек	неприменимо
Измерение напряжения - (V_{Hi} / V_{Lo})				
Максимальное напряжение	±8 В	±100 В	неприменимо	неприменимо
Диапазоны напряжения	8 В; 3 В; 300 мВ; 30 мВ; 3 мВ	100 В; 37,5 В; 3,75 В 375 мВ, 37,5 мВ	неприменимо	неприменимо
Погрешность измерения напряжения	± 0,1% от ИВ + ± 0,05% от диапазо. + ± 100 мкВ	± 0,1% от ИВ + ± 0,05% от диапазо. + ± 100 мкВ	неприменимо	неприменимо
Максимальная скорость измерения во временной области	1 мегавыборка/сек	неприменимо	неприменимо	неприменимо
Максимальная длительность записи	неограниченна	неприменимо	неприменимо	неприменимо
Измерения тока - (I)				
Максимальный ток	±100 мА	неприменимо	±2 А	±100 мА
Диапазоны тока	100 мА; 30 мА + 30 нА (декадные)	неприменимо	2 А + диапазоны MAT	100 мА; 30 мА + 3 нА (декадные)
Максимальное разрешение	1,5 пА	неприменимо	1,5 пА (MAT)	0,15 фА
Погрешность измерения тока	± 0,1% от ИВ + ± 0,05% от диапазо. + ± 100 пА	неприменимо	± 0,1% от ИВ + ± 0,05% от диапаз. + ±0,1 мА	± 0,1%** от ИВ + ± 0,05% от диапазо. + ±30 фА
Дополнительные входы напряжения				
Число дополнительных каналов пост. тока	4	неприменимо	неприменимо	неприменимо
Диапазоны напряжения	8 В, 3 В + 3 мВ	неприменимо	неприменимо	неприменимо
Максимальное разрешение	1 мкВ	неприменимо	неприменимо	неприменимо
Синхронизация измерений V _{Hi} , V _{Lo}	да	неприменимо	неприменимо	неприменимо

**для MFA при измерениях тока погрешность "% от ИВ" означает 0,2% для диапазона 300 пА, 2% для диапазона 30 пА и 5% для диапазона 3 пА

Модуль MREF

Тип модуля текущего / опорного образца	MREF
Количество занимаемых слотов	один
Опорные режимы	внутренний / внешний
Подключения к модулям MAT, MHV или MFA	Gen, I
Подключение к образцу	кабели длиной 1 м с разъёмами BNC
Подключение к внутреннему / внешнему опорному образцу	кабели длиной 1 м с разъёмами BNC
Калиброванные опорные конденсаторы	10 нФ + 1 пФ (3 на декаду)

Модуль MFRA

Тип модуля анализатора частотного отклика	MFRA 1MHz
Занимаемое число слотов шасси	один
Максимальная скорость выборки	40 мегавыборок/сек
Частотный диапазон	10 мкГц ÷ 1 МГц
Разрешение по частоте	1 из 65.000.000
Погрешность по частоте	±100 PPM
Минимальное время интегрирования при измерениях	10 мсек
Аналитические режимы (10 мкГц ÷ 1 МГц)	
Фиксированная частота	
Одно- синусоидальная корреляция	линейная / логарифмическая
Много - синусоидальные / гармонические частоты	все или заданные
Погрешность (отношения)	±0,1%, ±0,1°
Подавление помех спектрального наложения, цифровые фильтры, подавление смещения постоянного тока	автоматически

Технические характеристики шасси для установки модулей

Тип шасси	8-и или 4-х слотовое
Максимальное количество устанавливаемых модулей	8
Напряжение сети переменного тока	90 В ÷ 264 В; 47 ÷ 63 Гц
Максимальная потребляемая мощность	600 ВА
Интерфейс связи	Ethernet 100BASE-T
Цифровой вход/выход	1 / 3 на канал модуля МАТ
Размеры в мм (8 слотов / 4 слота)	450 x 275 x 460 / 310 x 275 x 460
Вес (8 слотов / 4 слота)	37 кг / 21 кг
Электробезопасность	удовлетворяет требованиям BS EN 61010
Электромагнитная совместимость	удовлетворяет требованиям BS EN 61325
Температурный диапазон	
рабочий	5° ÷ 40°C
с заявленной погрешностью	10° ÷ 30°C
хранения	-25° ÷ 70°C

Типовая конфигурация ПК

Минимальные требования	процессор Pentium IV, частота 1 ГГц, оперативная память 1 Гб
Объем жесткого диска	>10 Гб
Интерфейс связи	Ethernet 100BASE-T
Дисплей	диагональ не менее 17, SVGA
Операционная система	Windows XP Professional / Vista Business / Windows 7 Professional

Информация для заказа

Аппаратное обеспечение

Обозначение (код для заказа)	Назначение
MAT 1MHz (2096A)	базовый испытательный блок МАТ, полоса до 1 МГц
MREF (20965A)	модуль образца / опорного изделия
MBST 2A (209610A)	модуль токового усилителя 2А
MHV 100 (20961A)	модуль высокого напряжения (до 100 В)
MFA (20963A)	модуль измерителя слабых токов диапазона фемтоампер
MFRA 1MHz (2065B)	модуль анализатора частотного отклика с полосой до 1 МГц
Chas 08 (2100A)	шасси с 8-ю слотами для установки модулей
Chas 04 (2101A)	шасси с 4-я слотами для установки модулей

Программное обеспечение

Обозначение (код для заказа)	Назначение
ModuLab MTS	Программное обеспечение включено в комплект поставки

Дополнительные принадлежности

Обозначение (код для заказа)	Назначение устройства
129610A	5К - 600К криостат с держателем твердых / жидких образцов
12962A, 63A, 64A	держатель твердых / жидких образцов
ТВА	высокотемпературная печь с держателем образцов
ТВА	высоковольтный усилитель

За дополнительной информацией и по всем вопросам, связанным с приобретением, обращайтесь:

ООО «ВилТест»

127287, Москва, Петровско-Разумовский проезд, 29, строение 4, 1 этаж, пом. 1, офис 24

Телефон: +7 (495) 614 7704 / +7 (903)723 3859

Электронная почта: info@vlttest.ru;

Адрес в Интернете: www.vlttest.ru

«Solartron Analytical ModuLab MTS. Техническое описание». Страница 11

©Перевод В.В. Левикова, 2010 г.