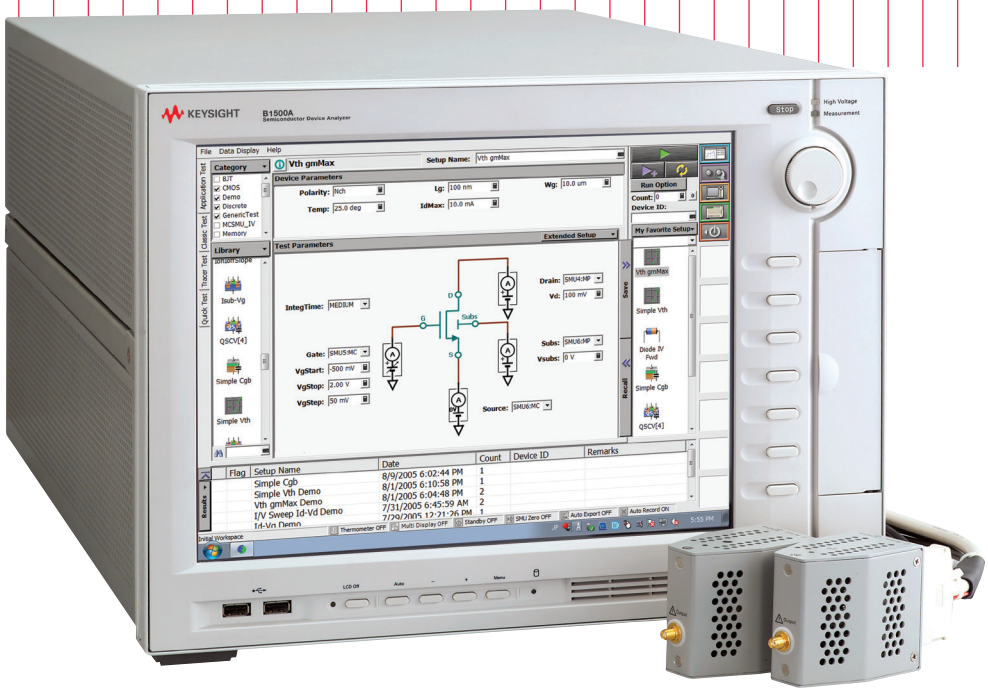
Keysight B1500A

Анализатор полупроводниковых приборов



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

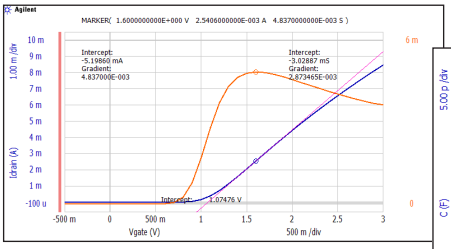
Ускорение процесса параметризации устройств при определении вольт-амперных, вольт-фарадных и расширенных сверхскоростных вольт-амперных характеристик

Комплексное решение для решения всех задач по определению характеристик полупроводниковых приборов

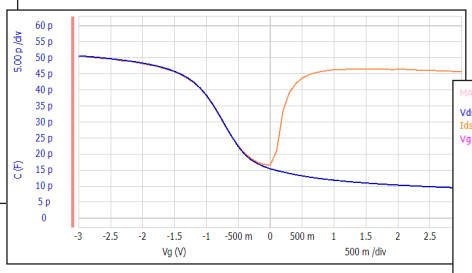


Анализатор полупроводниковых приборов серии B1500A объединяет в себе множество возможностей для выполнения измерений и анализа, которые обеспечат точное и быстрое определение характеристик полупроводникового устройства при помощи всего одного измерительного прибора. B1500A является единственным универсальным параметрическим анализатором, который обладает столь широким спектром возможностей, обеспечивает непревзойденную надежность, а также высокую производительность и воспроизводимость результатов при выполнении измерений. Данный анализатор поддерживает выполнение всех измерений, соответствующих самому передовому уровню развития технологий (вольт-амперные (IV) и вольт-фарадные (CV) характеристики, а также высокоскоростные импульсные BAX). Кроме того, модульная архитектура анализатора предусматривает наличие 10 установочных гнезд для сменных модулей, что позволяет пользователю добавлять или заменять измерительные модули по мере изменения потребностей в выполнении измерений.

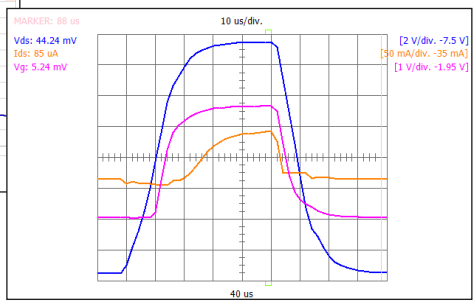
Программное обеспечение EasyEXPERT с графическим интерфейсом пользователя, разработанное компанией Keysight Technologies, Inc., работает в среде ОС Windows 7, встроенной в анализатор B1500A. Данное ПО обеспечивает высокую производительность и воспроизводимость результатов при определении характеристик устройств. В состав этого программного продукта входят сотни готовых измерительных модулей (прикладных тестов), благодаря чему B1500A обеспечивает интуитивно-понятную и функциональную среду для выполнения тестов и анализа результатов. Применение данного ПО облегчает процесс быстрого и точного определения характеристик и свойств приборов, материалов, полупроводников, активных и пассивных компонентов, а также электронных устройств практически любого типа.



Измерение BAX



Измерение ВФХ



Измерение импульсной BAX

Основные функции	Преимущества
Прецизионные измерения тока и напряжения (с разрешением 0,5 мкВ и 0,1 фА)	– Точное определение характеристик при крайне низких уровнях напряжения и тока.
Экономичные и точные технические решения для переключения между многочастотными (от 1 кГц до 5 МГц) измерениями емкости (ВФХ, C-f и C-t) и измерениями тока/напряжения (ВАХ)	– Переключение между измерениями ВФХ и ВАХ без необходимости изменения подключений кабелей – Высокое разрешение при измерении низких токов (до 1 фА при использовании SCUU и до 0,1 фА при использовании модулей ASU) – Для ВФХ обеспечивается полная компенсация вывода на испытываемое устройство
Сверхскоростные измерения ВАХ с длительностью импульса в 100 нс и периодичностью замеров 5 нс	– Фиксация сверхбыстрых переходных процессов, точное измерение которых традиционными средствами является затруднительным
Более 300 готовых прикладных тестов	– Позволяет сократить время ознакомления с прибором, длительность выполнения измерений, за счет чего повышается производительность
Режим характериографа с окном осциллографа	– Позволяет осуществлять разработку тестов в интерактивном режиме и сразу же просматривать характеристики устройства – Контроль формы сигналов тока и напряжения без необходимости использования дополнительного оборудования (режим осциллографа доступен при использовании модуля MCSMU)
Мощные средства анализа данных и надежное управление ими	– Автоматизированный анализ данных без использования внешнего ПК – Автоматическое сохранение результатов измерений и данных об условиях проведения испытания; возможность быстрого вызова этой информации в будущем

Каждый может стать экспертом в области определения характеристик полупроводниковых приборов

Программа EasyEXPERT предельно упрощает процесс определения характеристик полупроводниковых приборов

Используемое в анализаторах B1500A программное обеспечение EasyEXPERT включает в себя более 300 прикладных тестов, которые позволяют проводить измерения за три простых шага.

Библиотеки с прикладными тестами, которые поставляются в составе ПО EasyEXPERT, устанавливаемого в анализаторах B1500A, помогают ускорить процесс определения характеристик не только полупроводниковых приборов, но и материалов, используемых в электронной промышленности, активных и пассивных компонентов, а также многих других типов электронных устройств. Примеры некоторых доступных прикладных тестов показаны в таблице справа.

Тип устройства	Прикладные испытания
КМОП-транзистор	Id-Vg, Id-Vd, пороговое напряжение (Vth), напряжение пробоя, емкость, квазистатическая ВФХ (QSCV) и др.
Биполярный транзистор (BJT)	Ic-Vc, диод, кривая Гуммеля, напряжение пробоя, коэффициент усиления (hfe), емкость и др.
Дискретные устройства	Id-Vg, Id-Vd, Ic-Vc, диод и др.
Память	Пороговое напряжение (Vth), емкость, ресурсные испытания и др.
Устройства питания	Импульсные характеристики Id-Vg и Id-Vd, напряжение пробоя и др.
Нанотехнологические устройства	Сопротивление, характеристики Id-Vg, Id-Vd, Ic-Vc и др.
Испытания на надежность	Измерения нестабильности порогового напряжения при отрицательном/положительном смещении (NBTI/PBTI), накачка заряда, электромиграция, ввод горячих носителей, заряд пробоя, времязависимый пробой диэлектрика и др.

Шаг 1

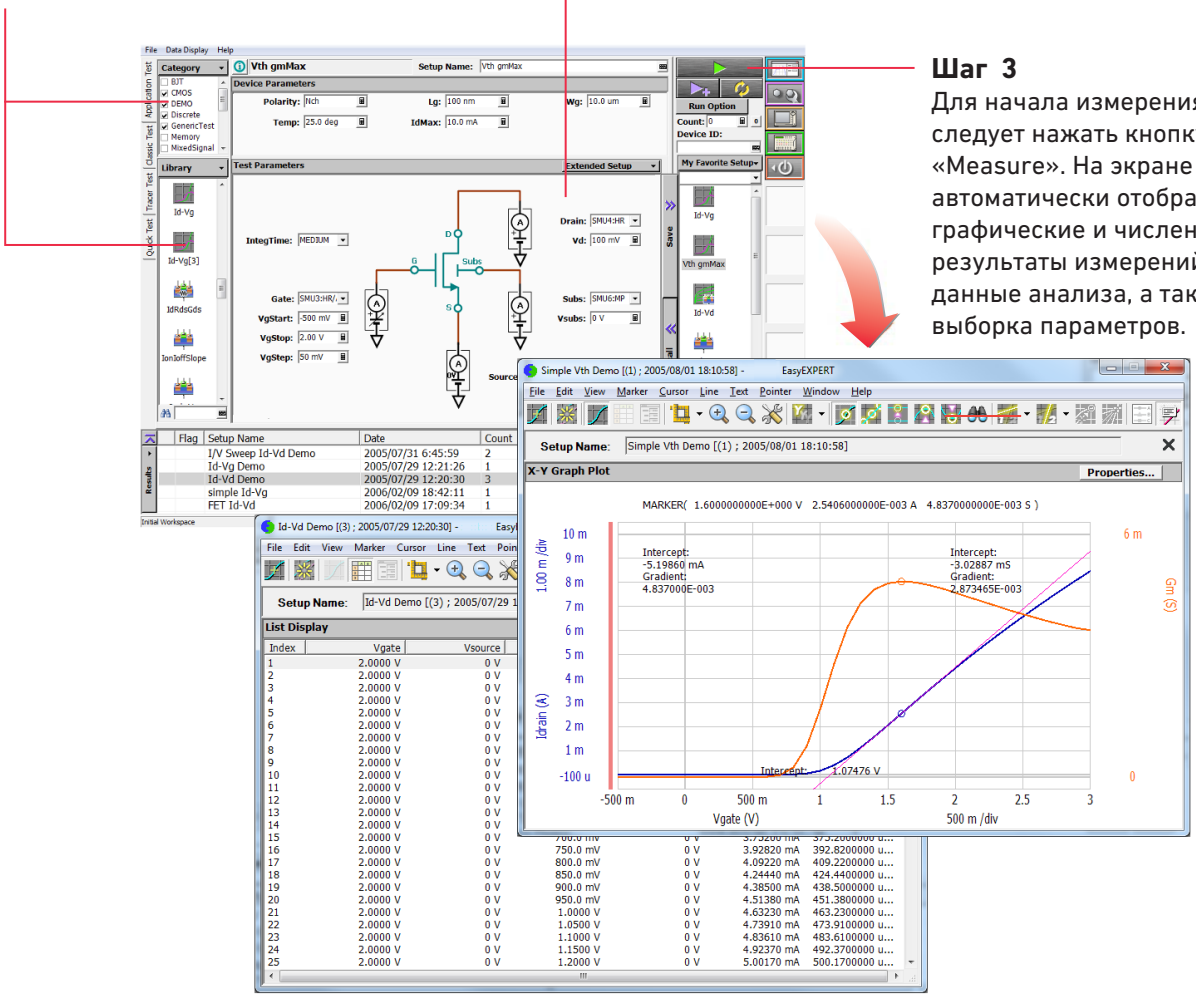
Выбрать измерение в одной из имеющихся библиотек.

Шаг 2

При необходимости – изменить параметры измерения. Примечание: Тесты с изменениями, внесенными пользователем, могут быть сохранены в избранных настройках (My favorite).

Шаг 3

Для начала измерения следует нажать кнопку «Measure». На экране автоматически отобразятся графические и численные результаты измерений, данные анализа, а также выборка параметров.

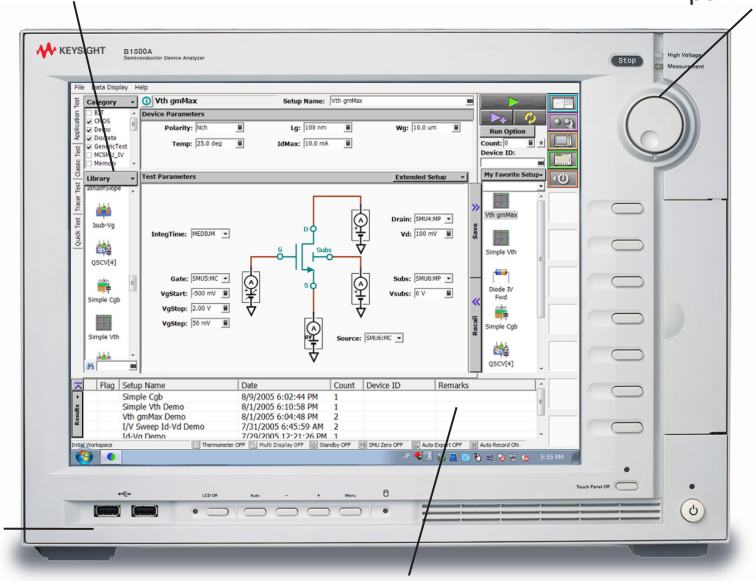


Интуитивно-понятный графический интерфейс ПО EasyEXPERT облегчает процесс определения характеристик полупроводниковых приборов

Платформа B1500A включает в себя сенсорный 15-дюймовый дисплей, встроенную ОС Windows 7, НЖМД и дисковод DVD-R, а также интерфейсы GPIB, USB и LAN

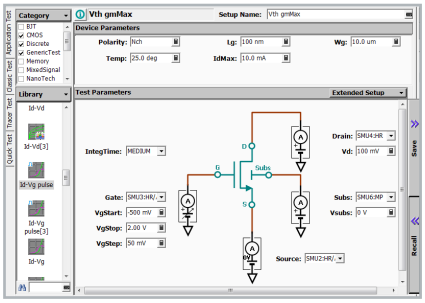
Сенсорный дисплей с диагональю 15

Поворотная ручка для режима характериографа

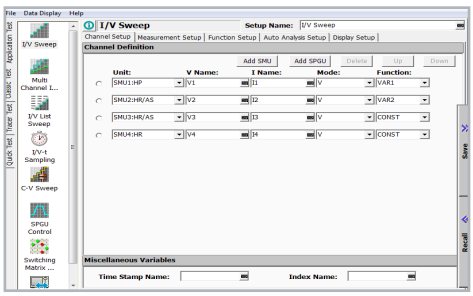


Порты USB для подключения мыши, клавиатуры или модуля флэш-памяти

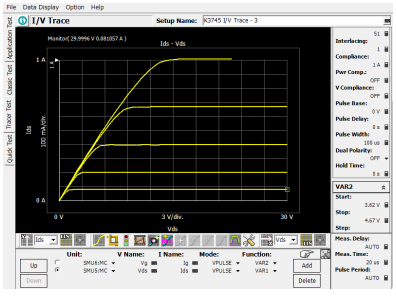
Программа EasyEXPERT поддерживает различные режимы тестирования, которые позволяют повысить эффективность проведения испытаний



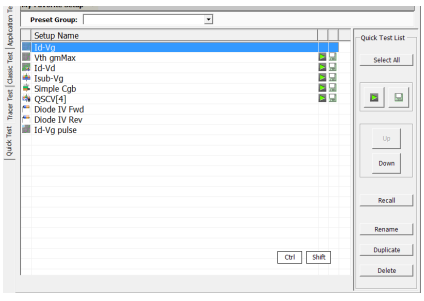
Режим прикладного тестирования
Обеспечивает настройку и выполнение предметно-ориентированного тестирования при помощи мыши. Требуемый тест выбирается из библиотеки по типу прибора и выполняемого измерения.



Режим классического тестирования
Обеспечивает настройку и выполнение функционально-ориентированного испытания, в котором внешний вид, восприятие и терминология интерфейса соответствуют параметрическим анализаторам Keysight 4155⁄4156.



Режим характериографа
Обеспечивает интуитивно-понятное и интерактивное управление параметрами свипирования с помощью вращающегося регулятора, как в обычном характериографе. Наборы тестов, созданные в режиме характериографа, могут быть переданы в режим классического тестирования.



Режим быстрого тестирования (Quick Test)
Основанный на функциях графического интерфейса, режим Quick Test позволяет создавать тестовые последовательности без программирования. При помощи мыши можно выбрать, скопировать, изменить порядок и вырезать/вставить любые прикладные тесты, создав последовательность автоматического тестирования.

Способность выполнять измерения для пользовательских и масштабируемых ВАХ, ВФХ и сверхскоростных ВАХ позволяет решать практически любые задачи по тестированию

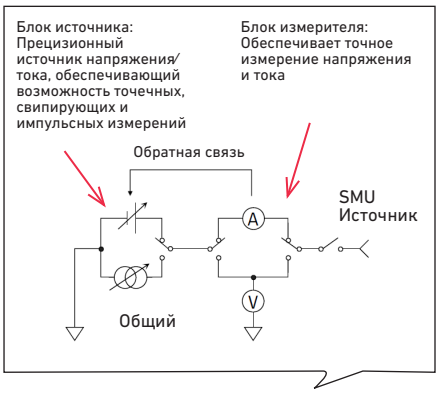


Назначение теста	Поддерживаемые модули	Основные характеристики	Основные функции	
Для измерения постоянного тока и импульсных ВАХ	B1510A Модуль источника/измерителя большой мощности (HPSMU)	– Диапазон до 200 В/1 А – Мин. разрешение 10 фА/2 мкВ	– Минимальный период выборки при измерениях во временной области: 100 мкс – Минимальная длительность импульса: 500 мкс при разрешении 100 мкс – Измерение квазистатических вольт-фарадных характеристик с компенсацией тока утечки	– Функции 4-квадрантного источника – Подключение по схеме Кельвина (4 провода) – Возможности измерений: точечное, свипирование, прочее
	B1511B Модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)	– Диапазон до 100 В/0,1 А – Мин. разрешение 10 фА/0,5 мкВ – Опциональное использование ASU для разрешения 0,1 фА и переключения между ВАХ и ВФХ		
	B1517A Модуль источника/измерителя с высоким разрешением (HRSMU)	– Диапазон до 100 В/0,1 А – Мин. разрешение 1 фА/0,5 мкВ – Опциональное использование ASU для разрешения 0,1 фА и переключения между ВАХ и ВФХ		
	B1514A Модуль источника/измерителя для токов среднего уровня, длительность импульсов от 50 мкс (MCSMU)	– Диапазон до 100 В/1 А (0,1 А для постоянного тока)	– Длительность импульсов от 50 мкс с разрешением 2 мкс – Режим осциллографа для настройки импульсных измерений	
Для измерения емкости	B1520A Модуль многочастотного измерителя емкости (MFCMU)	– Диапазон частот от 1 кГц до 5 МГц – Встроенный источник постоянного напряжения смещения 25 В; – постоянное напряжение смещения 100 В при использовании модулей SMU и SCUU	– Возможность многочастотного измерения полного сопротивления по переменному току (ВФХ, зависимость емкости от времени (C-t), емкости от частоты (C-f)) – Простое и быстрое автоматическое переключение между измерениями ВФХ и ВАХ без увеличения погрешности измерений с помощью устройства SCUU	
Измерения для сверхскоростных импульсных ВАХ и ВАХ переходных процессов	B1530A Модуль генератора сигналов и быстродействующего измерителя (WGFMU)	– Программируемое разрешение при генерации сигналов 10 нс – Одновременные высокоскоростные измерения ВАХ (до 200 Мвыб/с) – Амплитуда выходного сигнала между пиками 10 В	– Эффект линии нагрузки отсутствует; точные измерения импульсных ВАХ благодаря использованию модулей SMU – Подходит для решения сложных задач, таких как измерение нестабильности порогового напряжения при отрицательном/положительном смещении (NBTI/PBTI), измерение произвольного телеграфного шума (RTN) и т. д.	
Для генерации импульсов	B1525A Модуль высоковольтного полупроводникового импульсного генератора (HV-SPGU)	– Напряжение высоковольтного выхода до ±40 В	– Возможность генерирования двух- и трехуровневых импульсов, а также сигналов произвольной формы на каждом канале – Прекрасно подходит для тестирования ячеек энергонезависимой памяти	
Измерения для сверхскоростных импульсных ВАХ полевых МОП-транзисторов с высоким удельным сопротивлением диэлектрика затвора	B1542A Решение для параметрического тестирования импульсных ВАХ с длительностью импульсов 10 нс	– Минимальная длительность импульса на затворе 10 нс с длительностью фронта/среза 2 нс – Разрешение при измерении тока 1 мкс	– Точные измерения характеристик Id-Vd и Id-Vg – Простое переключение между измерениями на постоянном токе и импульсными измерениями	

Полная уверенность в результатах измерения тока/напряжения

Модули «источник/измеритель» (SMU) анализатора B1500A обеспечивают простое и точное измерение вольт-амперной характеристики

Модуль «источник/измеритель» (SMU) объединяет все средства, необходимые для измерения ВАХ, в одном компактном корпусе. В состав модуля входят источник тока, источник напряжения, амперметр и вольтметр, а также средства переключения между ресурсами модуля. Тесная интеграция этих возможностей позволяет модулям SMU анализатора B1500A обеспечивать при измерениях разрешение на субпикоамперном уровне. Кроме того, в модулях SMU предусмотрено наличие механизмов внутренней обратной связи, благодаря которым обеспечивается точный и стабильный выходной сигнал, а также функции ограничения, защищающей устройства от повреждений, связанных с избыточным уровнем тока или напряжения. Все модули SMU, используемые анализатором B1500A, поддерживают триаксиальные подключения с активным экранированием, которые обеспечивают измерение малых токов, 4-проводную схему подключения Кельвина для измерения малых сопротивлений, а также работу в полном 4-квадрантном режиме.

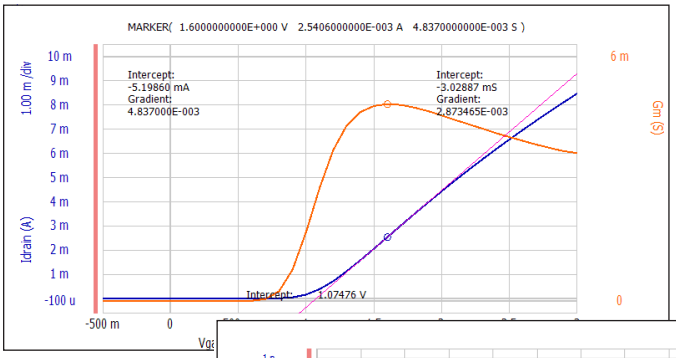




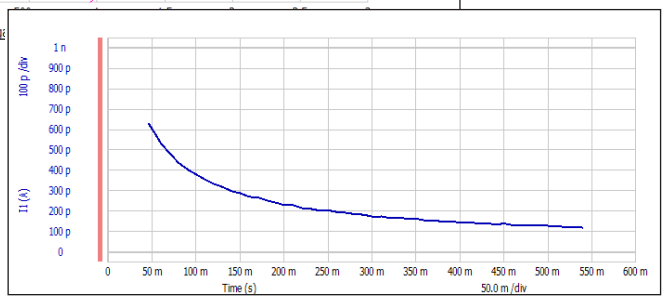
Модуль «источник-измеритель»

Наличие нескольких функций расширяет возможности модулей SMU

Модули SMU анализатора B1500A обладают рядом универсальных измерительных возможностей. Они способны выполнять базовые точечные измерения и свипирующие измерения, содержащие до 10 001 точек. Также они могут генерировать импульсы тока и напряжения длительностью 50 мкс и выполнять измерения с периодичностью 100 мкс. Кроме того, в составе модулей SMU анализатора B1500A имеются источники тока до 1 А и напряжения до 200 В, а измерительная часть модуля обеспечивает разрешение до 0,5 мкВ и 0,1 фА. Прочие дополнительные функции, такие как быстрое автоматическое переключение диапазонов и стабилизация больших емкостных нагрузок, еще в большей степени способствуют улучшению эксплуатационных характеристик. Анализатор B1500A поддерживает работу с целым рядом разнообразных модулей SMU, что позволяет легко подбирать требуемую комбинацию устройств при решении самого широкого спектра измерительных задач. Модули SMU, которыми комплектуется анализатор B1500A, способны удовлетворить практически любые требования, связанные с тестированием полупроводниковых материалов и приборов.



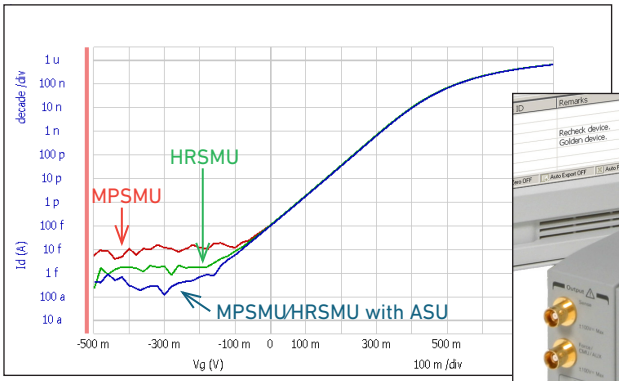
Свипирующее измерение



Измерение с выборкой по времени

Впечатляющая точность измерений на уровне 0,1 фА, объединенная со способностью беспрепятственного переключения между ВАХ и ВФХ

Модули источника/измерителя средней мощности (MPSMU) и источника/измерителя с высоким разрешением (HRSMU), используемые в анализаторе B1500A, обеспечивают выполнение измерений с разрешением 10 фА и 1 фА, соответственно. Однако если для решения поставленных задач требуется работа с еще более слабыми токами, за счет использования дополнительного модуля коммутатора и измерителя аттоамперных токов (ASU) можно добиться разрешения измерений на уровне 0,1 фА. Дополнительным преимуществом, которое обеспечивается при использовании ASU, является возможность переключения между измерениями, выполняемыми при помощи модуля SMU, и измерениями, выполняемыми через имеющийся вход BNC. Этот вход ASU с разъемом BNC может использоваться в модуле многочастотного измерителя емкости (MFCMU) для экономичного переключения между ВАХ и ВФХ (потребуется 2 модуля SMU с подключенными ASU). Кроме того, этот вход может служить для подключения других внешних приборов.



Измерение сверхнизких токов субфемтоамперного уровня

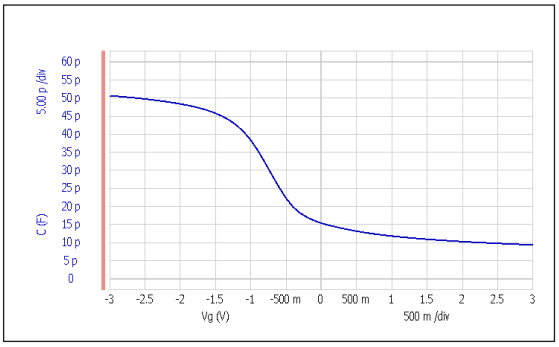


Опциональные модули коммутатора и измерителя аттоамперных токов (ASU)

Полный спектр решений для измерения емкости

Измерение ВФХ, а также характеристик C-f и C-t в диапазоне от 1 кГц до 5 МГц

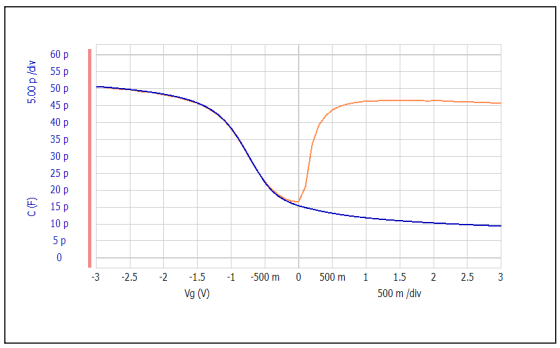
Анализатор B1500A поддерживает работу с модулями многочастотного измерителя емкости (MFCMU). Модуль MFCMU способен выполнить все измерения емкости, необходимые для оценки свойств полупроводникового прибора, включая зависимость емкости от напряжения (ВФХ), зависимость емкости от частоты (C-f) и зависимость емкости от времени (C-t). Измерения могут выполняться в широком диапазоне частот (от 1 кГц до 5 МГц) при минимальном разрешении 1 мГц. Модуль MFCMU способен обеспечить напряжение смещения по постоянному току величиной 25 В.



Высокочастотная вольт-фарадная характеристика (ВФХ)

Точное измерение квазистатической ВФХ (QSCV) с компенсацией утечки

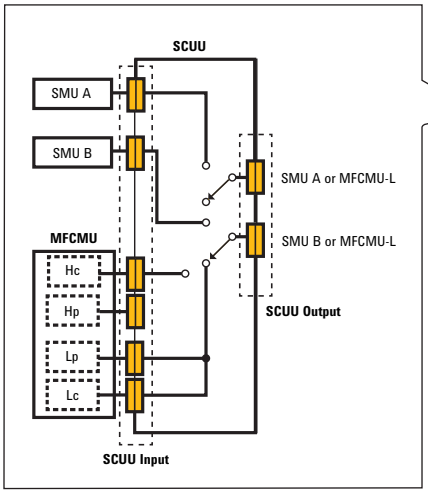
Возможность определения квазистатической вольт-фарадной характеристики отклика МОП-транзистора крайне важна для понимания явлений, происходящих в инверсной области прибора, поскольку измерения высокочастотной ВФХ не могут дать эту информацию. Анализатор B1500A поддерживает функцию измерения квазистатической ВФХ при работе с модулями HPSMU, MPSMU и HRSMU, при этом не требуется использование какого-либо дополнительного оборудования. Функция QSCV обеспечивает возможность компенсации тока утечки на затворе и позволяет выполнять калибровку смещения для удаления паразитических емкостей в цепи измерения.



Один прибор обеспечивает измерения высокочастотной и квазистатической ВФХ.

Беспрепятственное переключение между точными измерениями ВФХ и ВАХ

Поскольку при измерениях ВФХ и ВАХ используются разные схемы подключения кабелей, ручное переключение между ними может оказаться слишком затратным по времени занятием. Для решения этой проблемы в анализаторе B1500A предусмотрена поддержка опционального устройства SCUU (устройство объединения модуля источника/измерителя (SMU) и модуля измерения емкости (CMU)) и устройства безопасного переключения (GSWU), которые обеспечивают беспрепятственное переключение между измерениями ВФХ и ВАХ без ухудшения эксплуатационных характеристик. Хотя это и является опциональной возможностью, при коротком замыкании guard-экранов во время измерения емкости модуль GSWU стабилизирует индуктивность кабеля, за счет чего повышается точность измерения емкости. Кроме того, модуль SCUU оснащен встроенным тройником смещения, который позволяет использовать подключенные модули SMU, как источники смещения для модуля MFCMU. Благодаря этому при измерении емкости диапазон напряжения смещения может быть расширен до 100 В. Все это позволяет пользователям при помощи одного прибора быстро выполнять измерения как высокочастотной, так и квазистатической ВФХ.

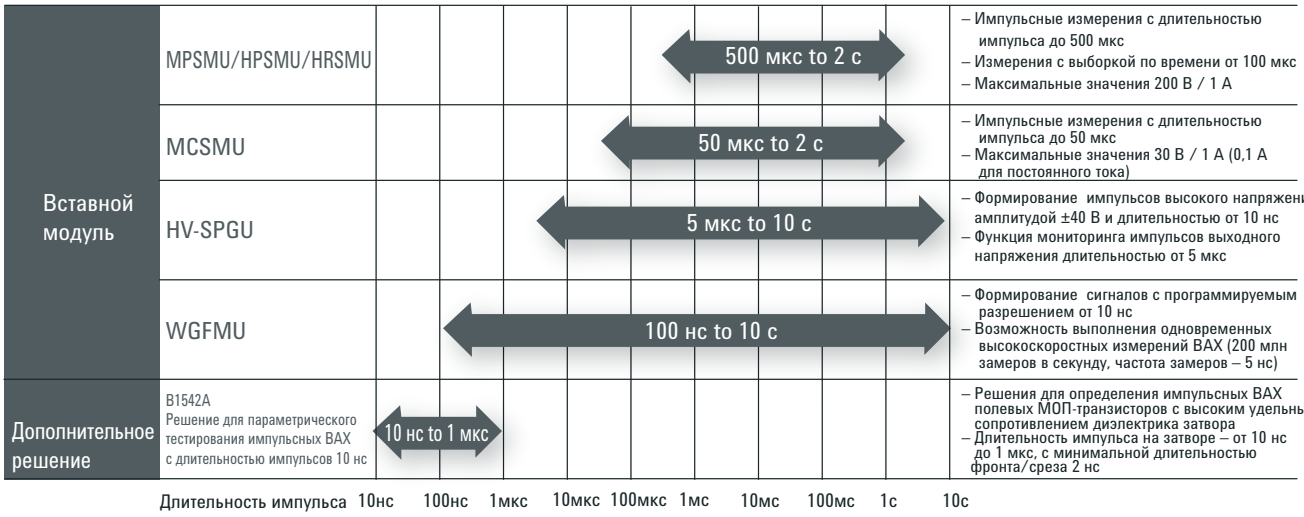


Блок-схема SCUU



SCUU – устройство объединения модуля источника/измерителя (SMU) и модуля измерения емкости (CMU)

Различные варианты выполнения расширенных импульсных измерений



Широкий спектр решений для импульсных измерений

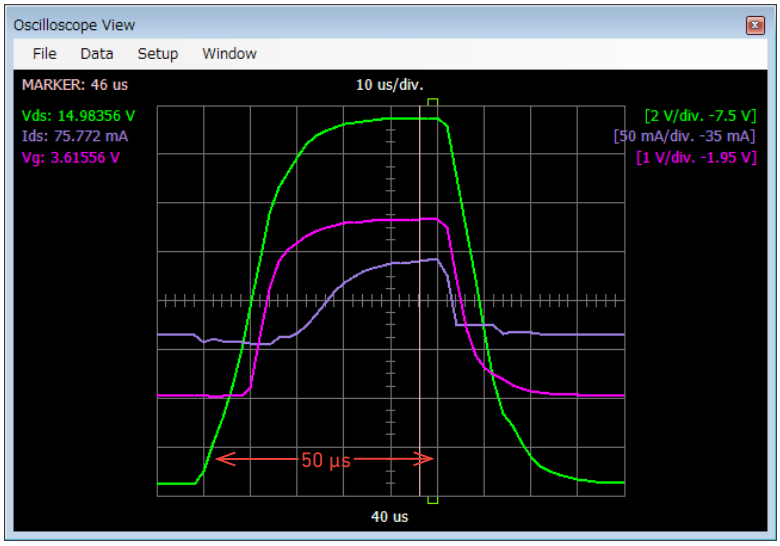
При определении характеристик полупроводниковых приборов все более важную роль играют импульсные измерения. Хотя причины этого – весьма сложные, основой данной тенденции являются сходные факторы, связанные с физикой новых устройств, дальнейшим уменьшением размеров и применением новых материалов при изготовлении полупроводниковых приборов. Для решения этих задач в анализаторе B1500A предусмотрен широкий спектр возможностей для выполнения импульсных измерений с использованием как модулей SMU, так и специализированного модуля импульсного генератора. Такое техническое решение обеспечивает максимальную гибкость при выборе конфигурации B1500A, в которой удовлетворяются текущие потребности в импульсных измерениях, а также сохраняется возможность модернизации системы на случай изменения задач по измерению в будущем.

Модуль SMU с импульсами длительностью до 500 мкс – экономичное решение для измерений с временной привязкой

Базовые модули SMU, применяемые в анализаторе B1500A (MPSMU, HPSMU и HRSMU), способны выполнять как импульсные измерения, так и измерения с выборкой по времени. Внутренняя схема синхронизации встроена в оборудование и обеспечивает точное и воспроизводимое генерирование импульсов длительностью до 500 мкс. Эти же модули SMU способны осуществлять прецизионные измерения с выборкой по времени с интервалом в 100 мкс.

Модуль SMU для токов среднего уровня (MCSMU) с длительностью импульсов от 50 мкс и повышенной мгновенной мощностью

Модуль SMU для токов среднего уровня (MCSMU) с длительностью импульсов от 50 мкс представляет собой специализированный модуль, предназначенный для скоростных измерений импульсной ВАХ. При работе в импульсном режиме он способен обеспечить повышенную выходную мощность по сравнению с модулем HPSMU (1 А при напряжении 30 В), а также может создавать импульсы тока и напряжения длительностью до 50 мкс (что в 10 раз меньше по сравнению с модулями HPSMU, MPSMU или HRSMU) . Кроме того модуль MCSMU поддерживает режим осциллографа в среде программного обеспечения EasyEXPERT, что позволяет осуществлять контроль нескольких сигналов тока и напряжения (минимальная частота выборки – 2 мкс) непосредственно на дисплее анализатора B1500A. Благодаря наличию этой функции предельно упрощаются оптимизация временной привязки при импульсных измерениях и построение достоверных характеристик Id-Vg и Id-Vd.

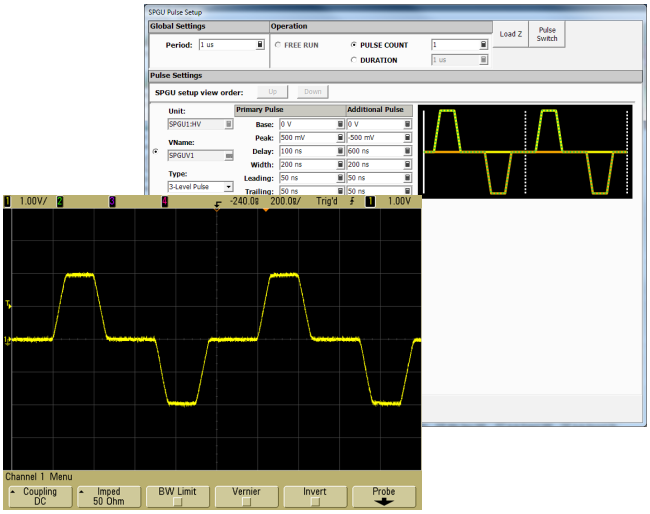


Импульсные сигналы длительностью 50 мкс, генерируемые модулем MCSMU

Более мощные импульсы для расширенного тестирования памяти и определения характеристик приборов

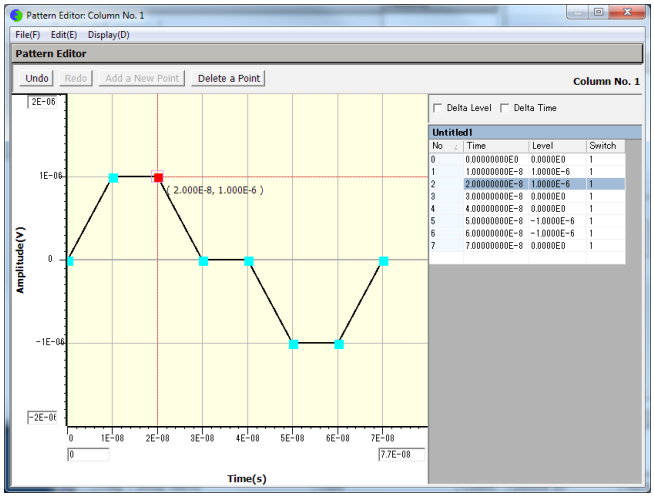
Модуль высоковольтного полупроводникового импульсного генератора (HV-SPGU) обеспечивает выходное напряжение ±40 В и поддерживает создание трехуровневых импульсов для тестирования ячеек энергонезависимой памяти

Модуль высоковольтного полупроводникового импульсного генератора (HV-SPGU) способен генерировать выходные импульсы амплитудой ±40 В (при разомкнутой цепи нагрузки), что делает его идеальным для решения задач, связанных с оценкой работы флэш-памяти. Более того, в режиме импульсного генератора (PGU) данный модуль по обоим каналам способен формировать двух- и трехуровневые импульсы, обеспечивая тестирование сложных ячеек флэш-памяти. Все эти особенности делают модуль HV-SPGU лучшим импульсным генератором для расширенного определения характеристик энергонезависимой памяти.



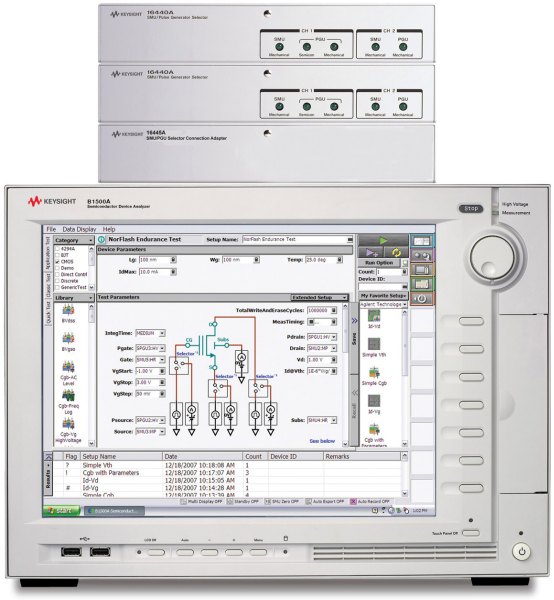
Графический интерфейс программы EasyEXPERT позволяет легко создавать сигналы произвольной формы при помощи модуля HV-SPGU

В дополнение к режиму PGU, модули HV-SPGU поддерживают режим генератора линейных сигналов произвольной формы (ALWG) для формирования сигналов более сложной формы. Графический интерфейс программы EasyEXPERT содержит удобные функции для работы с режимом ALWG модуля HV-SPGU, что значительно облегчает создание сигналов сложной формы. Сигналы можно создавать как при помощи интерактивного графического интерфейса, так и путем указания опорных точек в виде таблицы.



15-кратное сокращение длительности испытаний на долговечность при записи/удалении данных

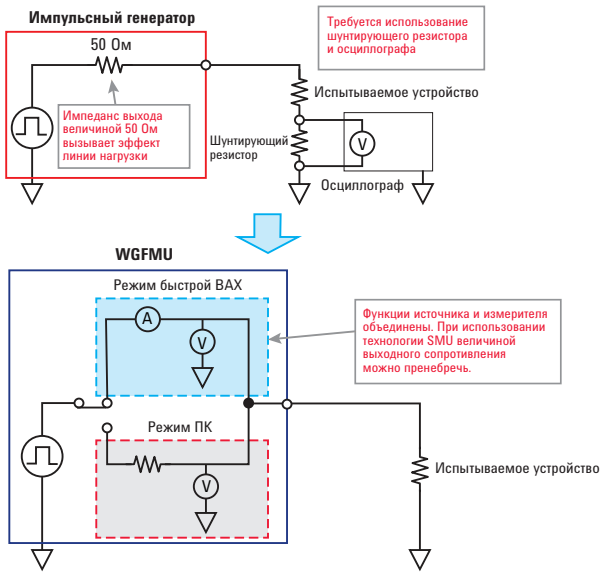
Испытание на долговечность модулей энергонезависимой памяти требует значительных затрат времени. Модули HV-SPGU анализатора B1500A поддерживают ряд функций, которые обеспечивают 15-кратное сокращение длительности испытаний на долговечность при записи/удалении (по сравнению с анализаторами серий 4155/4156). Таких впечатляющих результатов в модулях HV-SPGU удается достичь благодаря уменьшению периода импульсов, наличию трехуровневых импульсов и использованию полупроводниковых реле для создания состояния разомкнутого выхода, а также более быстрой коммутации при использовании опционального селектора SMU/импульсного генератора модели 16440A. Результатом является самое быстродействующее и экономичное техническое решение для испытаний ячеек энергонезависимой памяти на долговечность.



Модуль генератора сигналов и быстродействующего измерителя (WGFMU) позволяет осуществлять сверхскоростные импульсные измерения, которые были невозможны при использовании традиционных приборов

Мощный генератор сигналов / быстро-действующий измеритель (WGFMU) обеспечивает сверхбыстрые расширенные измерения импульсных ВАХ и ВАХ переходных процессов

Определение сверхбыстрых импульсных и переходных ВАХ для следующего поколения более совершенных приборов во многих случаях является весьма важным для полного понимания поведения этих устройств. Хотя для определения динамических характеристик таких приборов можно воспользоваться соответствующим набором оборудования (импульсный генератор, осциллограф и шунтирующий резистор), получение достоверных данных будет затруднено влиянием таких факторов, как погрешности оборудования, сложность кабельных соединений и ошибка компенсации шунтирующего резистора. Модуль генератора сигналов и быстродействующего измерителя (WGFMU), используемый в анализаторе Keysight B1500A, обеспечивает решение этих проблем, поскольку объединяет в себе способность формировать сигналы произвольной формы (с длительностью импульса до 100 нс) и одновременно выполнять измерения тока или напряжения с частотой выборки 5 нс (200M замеров в секунду). Кроме того, в режиме быстрой ВАХ модуль WGFMU может выполнять сверхскоростные измерения напряжения или тока без необходимости ввода в измерительный тракт последовательного сопротивления величиной 50 Ом (как в SMU). Благодаря этим особенностям модуль WGFMU является идеальным выбором для выполнения сверхбыстрых измерений нестабильности порогового напряжения при отрицательном/положительном смещении (NBTI/PBTI), измерения произвольного телеграфного шума (RTN), а также прочих измерений для сверхбыстрых и импульсных ВАХ.

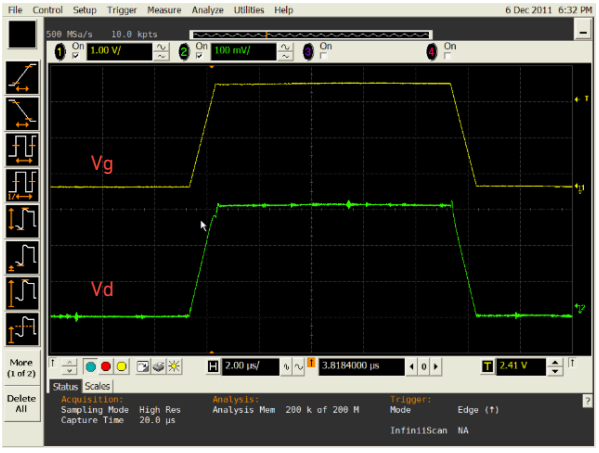


Модуль WGFMU обеспечивает измерение импульсных и переходных характеристик без эффекта линии нагрузки

Классический импульсный генератор имеет выходное сопротивление величиной 50 Ом, которое может неблагоприятно влиять на его поведение. При объединении с импедансом испытываемого устройства выходной импеданс 50 Ом создает делитель напряжения, который оказывает непосредственное влияние на фактическую величину напряжения, приложенного к испытываемому устройству. Если импеданс испытываемого устройства имеет фиксированную величину, возможна компенсация этого эффекта линии нагрузки, но если испытываемое устройство имеет динамически изменяющийся или переменный импеданс, то такая компенсация невозможна. Таким образом, решения, основанные на импульсном генераторе, не способны обеспечить точное измерение импульсной или переходной реакции устройств, характеристики которых изменяются в процессе измерения, например, свипирующего измерения характеристики Id-Vg полевого МОП-транзистора или ячеек энергонезависимой/резистивной памяти. Однако, поскольку режим быстрой ВАХ модуля WGFMU основан на использовании SMU, данный модуль может обеспечивать измерения импульсных и переходных ВАХ без эффекта линии нагрузки. Кроме того, в модуле WGFMU имеется контур динамической обратной связи, который гарантирует, что величина выходного напряжения соответствует запрограммированному значению (аналогично модулям SMU). В модуле WGFMU также предусмотрена функция динамического выбора диапазона, оптимизирующая разрешение измерений в течение всего времени, пока имеется выходной сигнал.
Учитывая все вышесказанное, конструкция модуля WGFMU, основанная на использовании блоков «источник/измеритель», позволяет осуществлять измерение импульсных и переходных ВАХ даже для тех устройств, которые имеют динамически изменяющиеся характеристики.



Влияние линии нагрузки 50 Ом на измерение характеристики Id-Vg (традиционное решение на базе импульсного генератора)

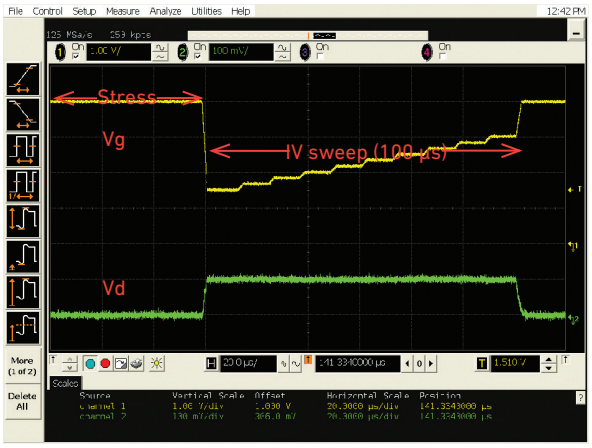


Технология высокоскоростных измерений при помощи SMU, используемая в модуле WGFMU, позволяет устранить эффект линии нагрузки

Анализатор B1500A позволяет решить все проблемы, связанные с расширенным определением характеристик полупроводниковых приборов

Сверхбыстрые измерения температурной нестабильности при отрицательном/положительном смещении (NBTI/PBTI)

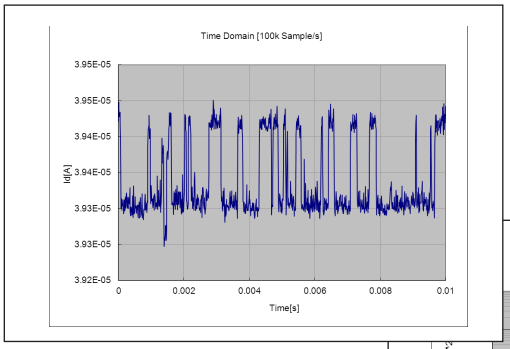
Деградация порогового напряжения полевого МОП-транзистора (Vth) в условиях высокого напряжения смещения на затворе и высокой температуры представляет собой критически важный вопрос, касающийся надежности работы полупроводниковых приборов. Для изучения родственных явлений температурной нестабильности при отрицательном смещении (NBTI) и температурной нестабильности при положительном смещении (PBTI) требуется оборудование, способное осуществлять измерения с очень высокой скоростью, поскольку при устранении напряженности пороговое напряжение (Vth) восстанавливается очень быстро. Фактически, для устранения эффекта динамического восстановления измерения следует начинать в пределах периода от 1 мкс до 100 мкс после снятия нагрузки. Анализатор Keysight B1500A обеспечивает два решения для тестирования на температурную нестабильность при смещении: основанная на использовании SMU схема измерений с частотой выборки 100 мкс и сверхскоростная технология измерений с использованием модуля WGFMU, которая позволяет начать измерения менее чем через 1 мкс.



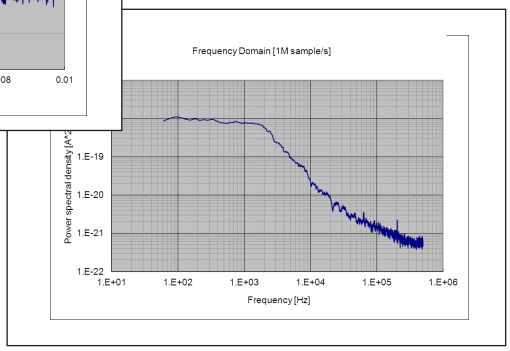
Сверхскоростное (1 мкс) измерение температурной нестабильности при смещении

Произвольный телеграфный шум (RTN)

Произвольный телеграфный шум (RTN) представляет собой явление, которое обычно вызывается отклонениями величины тока стока полевого МОП-транзистора. Это наблюдается как случайное переключение между двумя и более дискретными уровнями тока, и основной причиной считается процесс захвата и испускания электрона. Хотя произвольный телеграфный шум в течение долгого времени относился к проблемам производителей датчиков изображения на КМОП-структурах, по мере уменьшения размеров эта проблема стала касаться и всех производителей полупроводниковых приборов, оказывая влияние на стабильность работы ячеек статических ОЗУ.
Модуль WGFMU является идеальным средством для измерения уровня RTN, поскольку он имеет порог шума менее 0,1 мВ (СКЗ), обеспечивает периодичность выборки 5 нс и оснащен буфером данных на 4 млн точек. Все эти возможности позволяют использовать модуль WGFMU для измерения RTN в пределах частотного диапазона менее чем от 1 Гц до нескольких МГц.

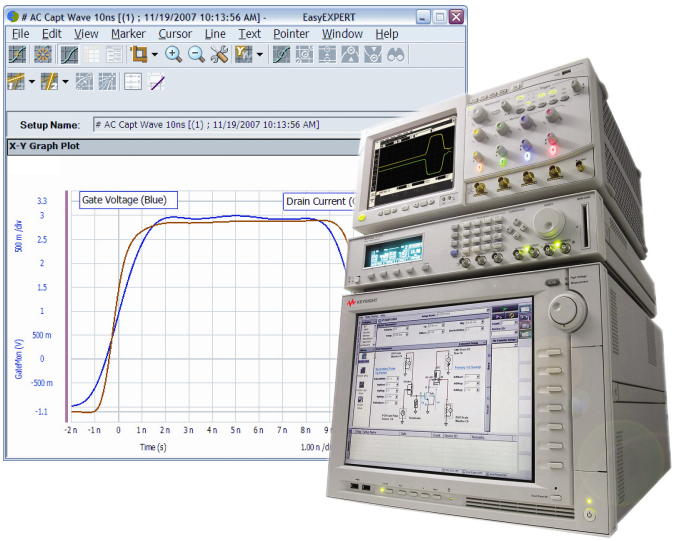


Измерение произвольного телеграфного шума (RTN)



Сверхскоростные измерения с длительностью импульса 10 нс для определения характеристик приборов, созданных с применением материалов затвора с высокой диэлектрической постоянной K или выполненных по КНД-технологии

Полевые МОП-транзисторы, созданные с применением материалов затвора с высокой диэлектрической постоянной K или выполненные по КНД-технологии, требуют выполнения сверхскоростных импульсных измерений (длительность импульса – до 10 нс) из-за явления захвата электронов и эффекта саморазогревания. Техническое решение B1542A для параметрического тестирования импульсных ВАХ с длительностью импульсов 10 нс специально предназначено для снятия характеристик Id-Vg и Id-Vd полевых МОП-транзисторов, созданных с применением материалов затвора с высокой диэлектрической постоянной K или выполненных по КНД-технологии. Это интегрированное решение позволяет пользователям выполнять импульсные измерения характеристик Id-Vg и Id-Vd при длительности импульса на затворе 10 нс (при этом длительность фронта/среза составляет 2 нс).



Программа EasyEXPERT упрощает процесс сбора, обработки и упорядочения данных, полученных в ходе параметрических измерений

Режим прикладного тестирования обеспечивает доступ к обширным библиотекам готовых тестов

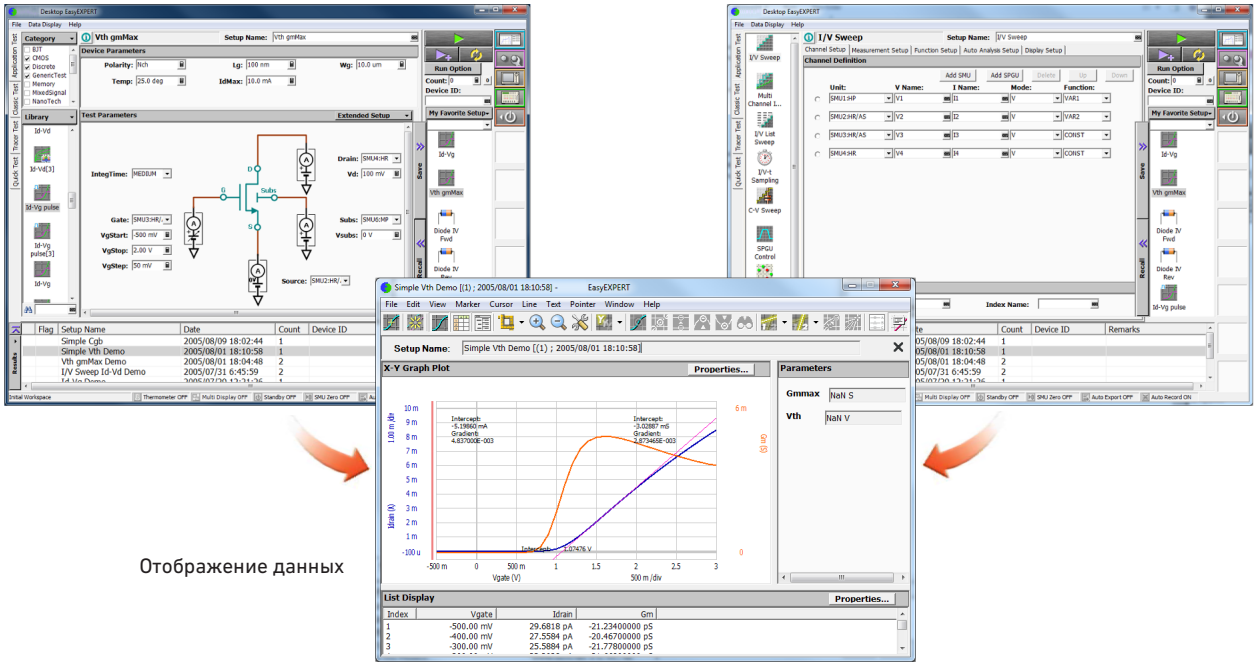
Режим прикладного тестирования обеспечивает удобную настройку и выполнение предметно-ориентированного тестирования при помощи мыши. Требуемый прикладной тест выбирается из библиотеки по типу прибора и/или измерения, затем, при необходимости, пользователь может изменить имеющиеся параметры по умолчанию, после чего осуществляется его исполнение. Измененные настройки могут быть сохранены в списке «Избранное» (My Favorite) для быстрого повторного использования в будущем. Эти прикладные тесты можно полностью изменить во встроенной графической среде программирования ПО EasyEXPERT.

Режим классического тестирования обеспечивает полный контроль оборудования с сохранением внешнего вида и восприятия интерфейса анализаторов моделей 4155/4156

Режим классического тестирования обеспечивает полный доступ к аппаратным возможностям анализатора B1500A, при этом внешний вид, восприятие и терминология интерфейса соответствуют параметрическим анализаторам моделей 4155/4156. В дополнение к возможностям интерфейса анализаторов 4155/4156 могут использоваться все преимущества графического интерфейса программы EasyEXPERT.

Режим прикладного тестирования

Режим классического тестирования



Отображение данных

Функции автоматизированного отображения данных, анализа и извлечения параметров повышают эффективность работы

Программное обеспечение EasyEXPERT обладает мощными средствами отображения данных и их анализа, а также арифметическими функциями, которые значительно упрощают процесс автоматизированного анализа данных и экстракции параметров. Предварительная постановка задач по анализу данных и экстракции параметров обеспечивает работу в режиме реального времени и позволяет наблюдать результаты измерений немедленно, без необходимости какой-либо обработки данных после завершения измерений. Кроме того, графические и численные данные могут автоматически сохраняться на любом удаленном накопителе информации, который имеет соответствующее подключение.

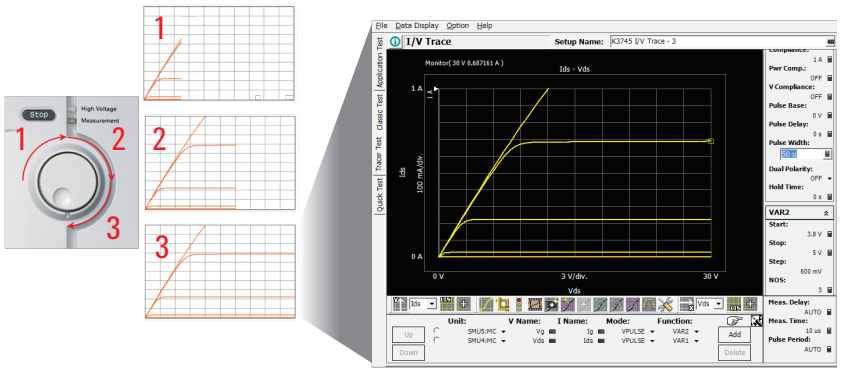
Надежная защита данных и при интерактивных, и при автоматизированных измерениях

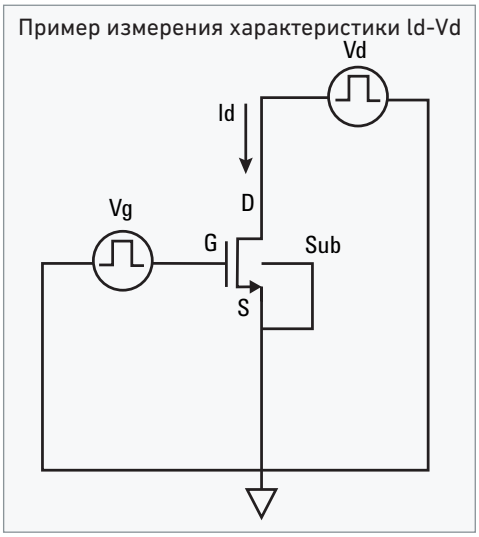
Программа EasyEXPERT оснащена многочисленными средствами, которые обеспечивают целостность полученных данных. Она способна поддерживать несколько рабочих пространств (которые могут быть общедоступными или частными), благодаря чему упрощается управление данными и прикладными тестами. Также предусмотрена возможность создания резервных копий или экспорта рабочих пространств на другие компьютеры. В пределах рабочего пространства пользователь может выбрать функцию автоматического сохранения данных, которая обеспечивает не только сохранение данных измерений, но и данных об условиях и настройках измерения, благодаря чему улучшается воспроизводимость результатов определения характеристик. Информацию о настройках и данных измерений можно легко использовать впоследствии для повторных измерений. Не вызывает затруднений и экспорт данных измерений на внешний ПК, который может выполняться в ручном или автоматическом режиме, в виде файлов в форматах TXT, CSV и пр.

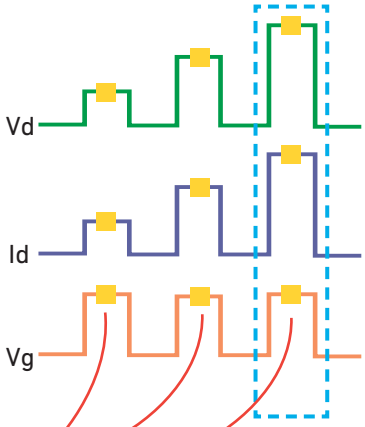
Быстрая оптимизация условий тестирования для незнакомых приборов

Возможность построения кривых при помощи поворотной ручки характериографа в режиме реального времени ускоряет определение характеристик полупроводниковых приборов

Режим характериографа обеспечивает интуитивно-понятное и интерактивное управление параметрами свипирования с помощью вращающегося регулятора, как в аналоговом характериографе. Аналогично характериографу, измерения со свипированием могут осуществляться в одном направлении (этот режим удобен при анализе работы приборов на этапе разработки) или в двух направлениях (этот режим удобен при испытаниях, целью которых является анализ неполадок в работе прибора). Кроме того, наборы тестов, созданные в режиме характериографа, без каких-либо затруднений и задержек могут быть переданы в режим классического тестирования для выполнения автоматизированного анализа при помощи имеющихся средств.





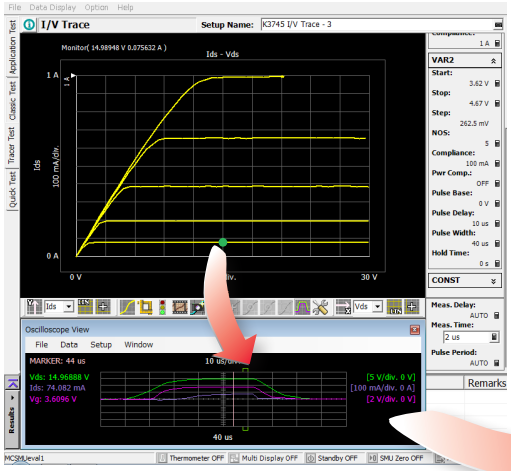


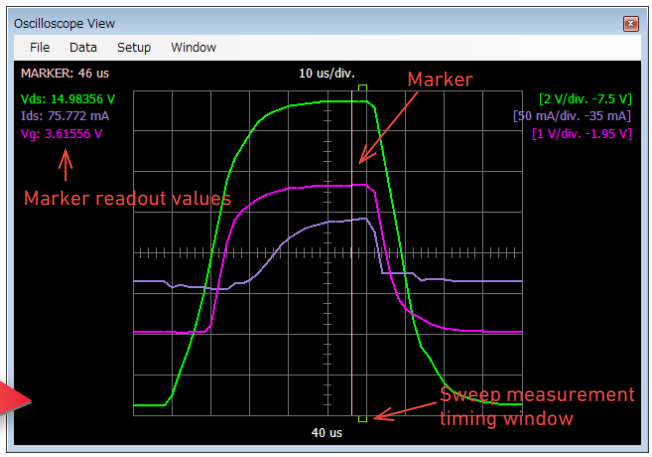
Построение кривых на основе данных источника и значений свипирующих измерений характеристики Id-Vd

Контроль результатов импульсных измерений без использования внешнего осциллографа

Режим осциллографа (доступен при работе в режиме характериографа с использованием модуля MCSMU) позволяет отображать на дисплее анализатора B1500A зависимость от времени для измеряемых значений напряжения и тока. Режим осциллографа дает возможность в ходе измерения со свипированием отображать временную привязку импульсного сигнала в любой указанной пользователем точке. Импульсный сигнал отображается в отдельном окне, что упрощает контроль временных характеристик. Эта функция особенно полезна при проверке формы сигнала, оптимизации временных параметров и коррекции настроек импульсных измерений.

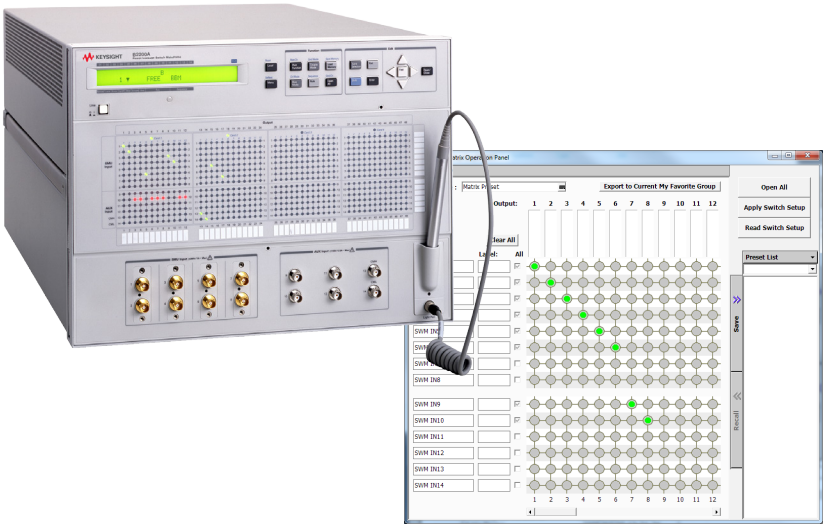
Может осуществляться контроль сигналов с заданным шагом





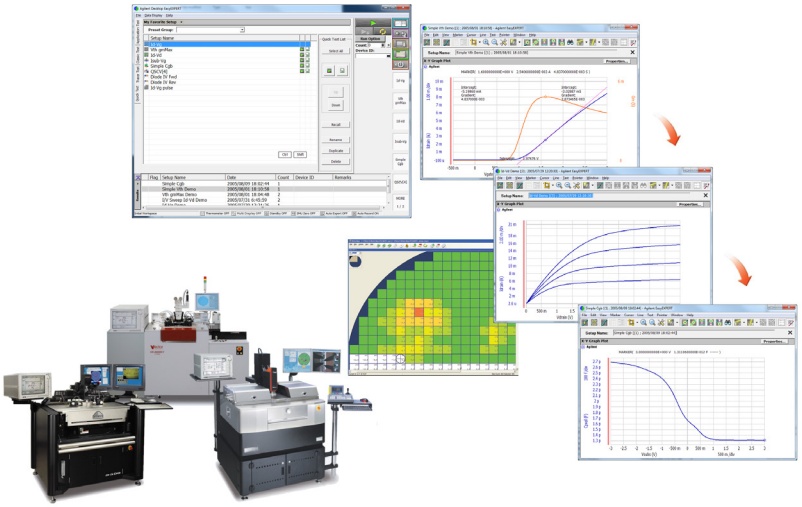
Оптимизация использования матричных коммутаторов, зондовых станций и САПР IC-CAP

Программа EasyEXPERT обеспечивает удобное управление матричными коммутаторами



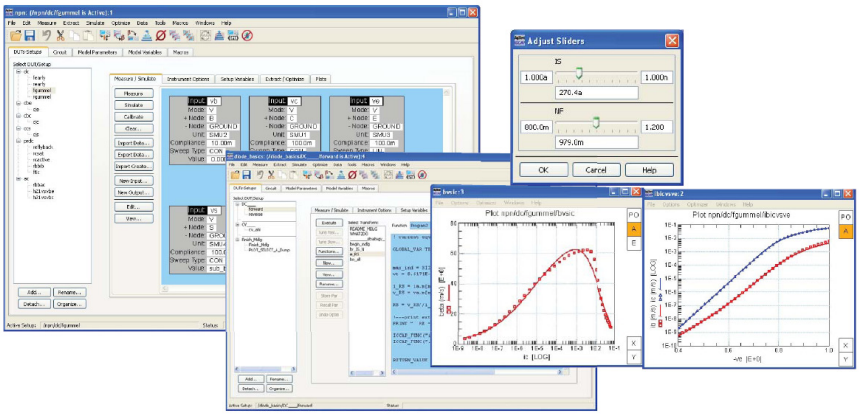
Матричные коммутаторы часто используются совместно с параметрическими анализаторами для обеспечения большей гибкости при подключении. Для облегчения работы программа EasyEXPERT поддерживает графический интерфейс для управления матричными коммутаторами Keysight B2200A, B2201A и E5250A. Оба типа коммутаторов устраняют необходимость программирования и упрощают автоматизированное тестирование.

Автоматизированное тестирование, выполняемое при помощи полуавтоматических зондовых станций



Режим быстрого тестирования, основанный на использовании графического интерфейса, позволяет выполнять последовательность тестов без необходимости программирования. При помощи нескольких щелчков мышью можно выбрать, скопировать, изменить порядок и вырезать/вставить любые прикладные тесты. После выбора и определения порядка выполнения для автоматического запуска последовательности тестов достаточно щелкнуть мышью по кнопке измерения. Пользователь также может объединить функции управления зондовой станцией и режима быстрого тестирования для выполнения нескольких тестов с помощью зондовой станции. При применении матричного коммутатора можно вызывать схемы коммутации в автоматическом режиме. Поддерживается работа со всеми наиболее распространенными моделями зондовых станций, кроме того, пользователь может создавать собственные драйверы для зондовых станций.

Поддержка преобразования файлов формата MDM, используемых в САПР Keysight IC-CAP



САПР IC-CAP, распространенное программное решение для моделирования устройств, поддерживается анализаторами B1500A уже длительное время. Однако в настоящее время в составе B1500A имеется конвертор для файлов формата MDM, который позволяет преобразовать данные ПО EasyEXPERT в формат MDM, совместимый с САПР IC-CAP. Это дает возможность пользователям САПР IC-CAP использовать все преимущества мощной функциональности ПО EasyEXPERT при моделировании характеристик полупроводниковых устройств.

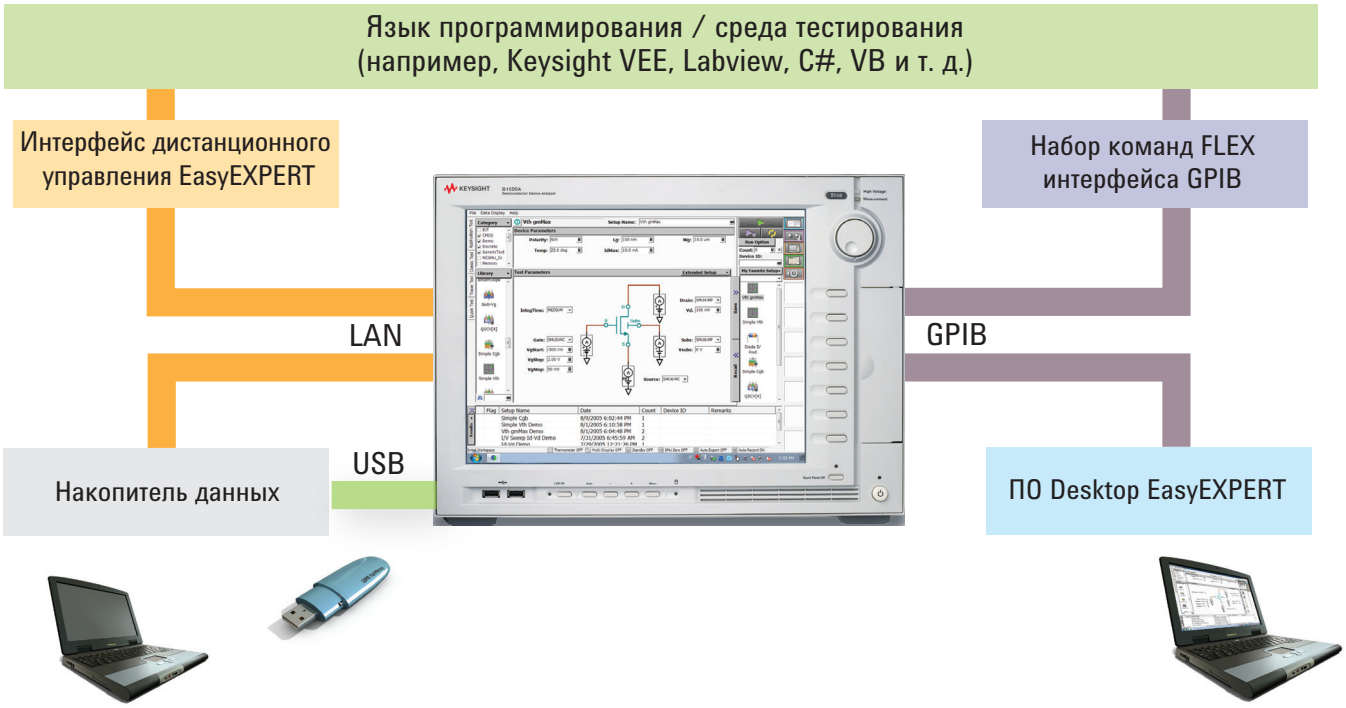
Гибкие возможности анализатора B1500A в области дистанционного управления и сетевой передачи данных

Использование прикладных тестов, созданных в интерактивном режиме, для удаленного тестирования

Функция дистанционного управления программы Easy-EXPERT, основанная на использовании локальной сети, позволяет использовать сотни готовых прикладных тестов для автоматизированного тестирования при помощи выбранного языка программирования. B1500A является единственным параметрическим анализатором, который обеспечивает максимальную эффективность работы пользователя за счет интерактивного создания и изменения прикладных тестов с их последующим дистанционным запуском.

Набор команд FLEX анализатора B1500A обеспечивает оптимизацию быстродействия и производительности

Если пользователь предпочитает непосредственное управление аппаратными ресурсами анализатора B1500A, следует воспользоваться набором команд FLEX. Можно применять команды FLEX при помощи любого языка программирования, посредством интерфейса GPIB. Кроме того, поскольку при использовании команд управления FLEX не происходит обновления дисплея на лицевой панели анализатора, возможно выполнение сверхскоростных измерений.

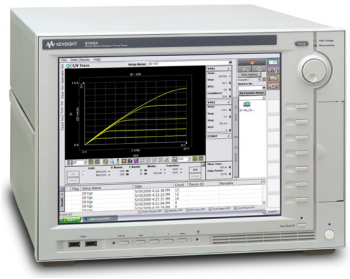


Оптимизация использования существующего оборудования серии Keysight 4155/4156 и настроек для измерений

Для управления анализаторами серий 4155/4156 (версии B или C) от удаленного ПК через интерфейс GPIB можно воспользоваться программой Desktop EasyEXPERT. Такое решение позволяет эксплуатировать измерительные ресурсы анализаторов 4155/4156, пользуясь при этом гибкостью и функциями передачи данных, свойственных среде Windows.
Кроме того, имеется конвертер для файла настройки анализатора 4155/4156, который позволяет преобразовать файлы форматов MES и DAT в эквивалентные тесты для режима классического тестирования ПО EasyEXPERT, используемого в анализаторе B1500A.
Обе эти возможности особенно полезны в тех лабораториях, где используется смешанное оборудование – устаревшие анализаторы серий 4155/4156 и более новые анализаторы модели B1500A.

Бесплатное программное обеспечение Desktop Easy-EXPERT для установки на ПК обеспечивает создание унифицированной среды для разработки, анализа и тестирования

Программа Desktop EasyEXPERT, которая запускается на автономном компьютере, обеспечивает те же возможности, что и программа EasyEXPERT, запускаемая в анализаторе B1500A. Программа Desktop EasyEXPERT способна работать в режимах онлайн и оффлайн. В режиме онлайн функции программы позволяют осуществлять управление анализатором B1500A и координировать автоматическое тестирование при работе с полуавтоматической зондовой станцией. В режиме оффлайн данное ПО может применяться для разработки новых прикладных тестов и анализа данных, благодаря чему повышается эффективность работы, поскольку параметрические анализаторы при этом используются исключительно по своему прямому назначению – обеспечивают выполнение измерений.



Keysight B1505A
Анализатор мощных устройств/характериограф (1500 A/10 кВ)
www.keysight.com/find/B1505A



Keysight E5270B/E5260A
Базовый блок для прецизионных измерений (SMU)
www.keysight.com/find/msmu



Прецизионный модуль «источник питания/измеритель» (SMU)серии Keysight B2900A
www.keysight.com/find/B2900A



Матричные коммутаторы с низким током утечки серий Keysight B2200A/B2201A/E5250A
www.keysight.com/find/swm

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight
Персонализированный обзор информации, в наибольшей степени соответствующей вашим потребностям.

Три года гарантии
www.keysight.com/find/
Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.

Keysight Assurance Plans
www.keysight.com/find/AssurancePlans
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

www.keysight.com/go/quality
Keysight Technologies, Inc.
Сертификация Системы управления качеством согласно нормам ISO 9001:2008 выполнена компанией DEKRA

Keysight Channel Partners
www.keysight.com/find/channelpartners
Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/b1500a

Российское отделение
Keysight Technologies

115054, Москва,
Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России

115054, Москва,
Космодамианская наб, 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com

Данная информация может быть изменена без предварительного уведомления.
© Keysight Technologies, 2013 – 2014
Published in USA, August 3, 2014
5991-2443RURU
www.keysight.com