

E4727B/W7802B

Усовершенствованный анализатор низкочастотного шума/Пакет измерительного программного обеспечения

от 30 мГц до 100 МГц, 200 В, 100 мА

W7801B

Пакет измерительного программного обеспечения WGFMU

от 1 мГц до 16 МГц, 10 В, 10 мА

**Измерение фликкер-шума (1/f) и произвольного телеграфного шума (RTN)
полупроводниковых приборов и составление карты полупроводниковой пластины**

E4727B/W7802B компании Keysight – это готовое решение для измерения фликкер-шума (1/f) и произвольного телеграфного шума (RTN) полупроводниковых приборов. W7801B от Keysight – это пакет программного обеспечения для управления модулем генератора сигналов и быстродействующего измерителя (WGFMU) Keysight B1530A. Эти решения позволяют управлять полуавтоматической зондовой станцией и автоматически составлять карту полупроводниковой пластины с данными по шуму.



Содержание

Введение.....	3
Обзор.....	4
Измерительные функции.....	6
Измерения по постоянному току.....	6
Измерение фликкер-шума (1/f).....	7
Измерение произвольного телеграфного шума (RTN).....	9
Измерение шума с током смещения более 0,1 А.....	10
Технические характеристики E4727B.....	11
Характеристики системы.....	11
Модульинтерфейса PXIe (E4727B-100).....	11
Базовый блок (E4727B-200).....	12
Тестовая оснастка (E4727B-300).....	13
Принадлежности в комплекте (E4727-60001, E4727-60002).....	13
W7802B: пакет программного обеспечения для измерений и программирования PathWave WaferPro Express A-LFNA.....	14
Измерительные функции.....	16
Встроенные схемы подачи смещения.....	16
Управление внешними приборами.....	17
Поддерживаемые внешние приборы.....	17
Поддерживаемые полуавтоматические и автоматические зондовые станции.....	17
Минимальные требования к оборудованию формата PXIe сторонних производителей.....	18
Шасси PXIe.....	18
Контроллер PXIe (PC).....	18
Условия окружающей среды.....	19
Условия окружающей среды (продолжение).....	20
Размеры и масса.....	21
Автоматизированноерешение для измерения RTN с помощью W7801B и B1500A.....	22
Сравнение систем измерения шума RTN и 1/f.....	22
Пример измерения.....	23
Информация для заказа.....	24
Автоматические измерения шума с помощью A-LFNA.....	24
Автоматизированное измерение шума с помощью WGF MU (типовой пример конфигурации).....	26

Введение

Электрический шум присутствует в каждой цепи и может быть вызван током, протекающим через резистор или транзистор, или даже током утечки через танталовый конденсатор. Это классическое явление в электронике, с которым следует бороться. Инженер-системотехник должен определить общую чувствительность системы к шуму, а затем выявить основные влияющие на нее факторы. Типичными источниками шума могут быть полупроводниковые приборы, датчики или пассивные компоненты. Как измерить их шум? Усовершенствованный анализатор низкочастотного шума E4727A (A-LFNA) компании Keysight позволяет более тщательно исследовать шум в компонентах, отдельных устройствах и интегральных схемах, как в корпусах, так и на уровне пластины. Специалист по моделированию полупроводниковых приборов теперь может воспользоваться выдающимися характеристиками A-LFNA, такими как самая высокая в отрасли чувствительность к шуму (от -185 дБВ²/Гц) что позволяет проводить измерения шума высокого напряжения (до 200 В) и сверхнизкой частоты (от 0,03 Гц). Благодаря простой интеграции с программным обеспечением PathWave WaferPro Express можно программировать и управлять последовательностями быстрых измерений по постоянному току, измерений емкости и параметров в ВЧ диапазоне, и всё это в сочетании с автоматизацией управления зондовой станцией. Полученные данные о шуме можно использовать для разработки моделей полупроводниковых приборов с помощью современных инструментов моделирования, таких как программное обеспечение Model Builder Pro (MBP) и Integrated Circuit Characterization and Analysis Program (IC-CAP). Эти модели затем могут быть переданы инженерам-проектировщикам для разработки инновационных схем с низким уровнем шума.

Анализатор низкочастотного шума на уровне пластины может использоваться для решения широкого круга прикладных задач. Ниже приведены некоторые из них.

- **Разработка библиотек технологических процессов.** Предприятия-изготовители полупроводниковых устройств могут привлекать проектно-конструкторские бюро, не имеющие собственных фабрик, к разработке различных компонентов, в том числе приемопередатчиков для мобильных телефонов, синтезаторов частоты, аналого-цифровых преобразователей и др. Для обеспечения выполнения этой задачи предприятие-изготовитель должно предоставить библиотеки технологических процессов (PDK) с моделями полупроводниковых компонентов. В этих моделях должен присутствовать эффект шума в транзисторах (например, в биполярных, полевых и др. транзисторах) и резисторах во всех диапазонах температур и токов смещения, а также для всех параметров топологии.
- **Статистический контроль технологических процессов.** Производители устройств на основе нитрида галлия (GaN), к примеру, могут использовать измерения шумов на пластине в качестве индикатора надежности устройств уже на ранних этапах технологического цикла. Те устройства, которые имеют худшие показатели по шумам, скорее всего выйдут из строя раньше. Таким образом, теперь у нас есть неразрушающий метод оценки надежности устройств в отличие от стандартных методов ускоренных испытаний на долговечность. Кроме того, в приложениях, связанных с производством микросхем, где показатели шума имеют критически важное значение, измерения шума на пластине могут использоваться для отслеживания динамики изменения характеристик шума в течение дней, недель и месяцев производства изделий.
- **Определение характеристик шума интегральных микросхем.** Производители операционных усилителей и линейных регуляторов напряжения часто приводят уровень шума выходного напряжения как одну из важнейших характеристик своих устройств. На одной пластине может быть размещено более 10 000 таких микросхем. Для повышения эффективности измерений и составления карты характеристик микросхем на пластине (или даже на множестве пластин) зондовая головка и схема преобразования сигнала должны располагаться как можно ближе к тестируемому устройству, чтобы улучшить заземление и снизить влияние внешнего шума.

Обзор

Аппаратная часть E4727B была разработана как для измерений на пластине, так и для измерений дискретных полупроводниковых приборов/схем и состоит из модуля, соединенного с компьютером в формате PXIe и дигитайзером. Модуль подключается к источнику питания/измерителю (SMU), такому как, B1500A, чтобы обеспечить гибкую подачу «чистого» напряжения смещения на полупроводниковый прибор и преобразование шумового сигнала. SMU используется для подачи смещения и измерения рабочих точек по постоянному току. Однако при измерении шума необходимо отфильтровать собственные шумы. Напряжение шума, снимаемое с выхода полупроводникового прибора, усиливается, оцифровывается, а затем анализируется с помощью специализированной ПЛИС. Ниже показана одна из схем измерения шумов, хотя возможны и другие. Функции изменения сопротивления, коммутации и фильтрации осуществляет модуль A-LFNA.

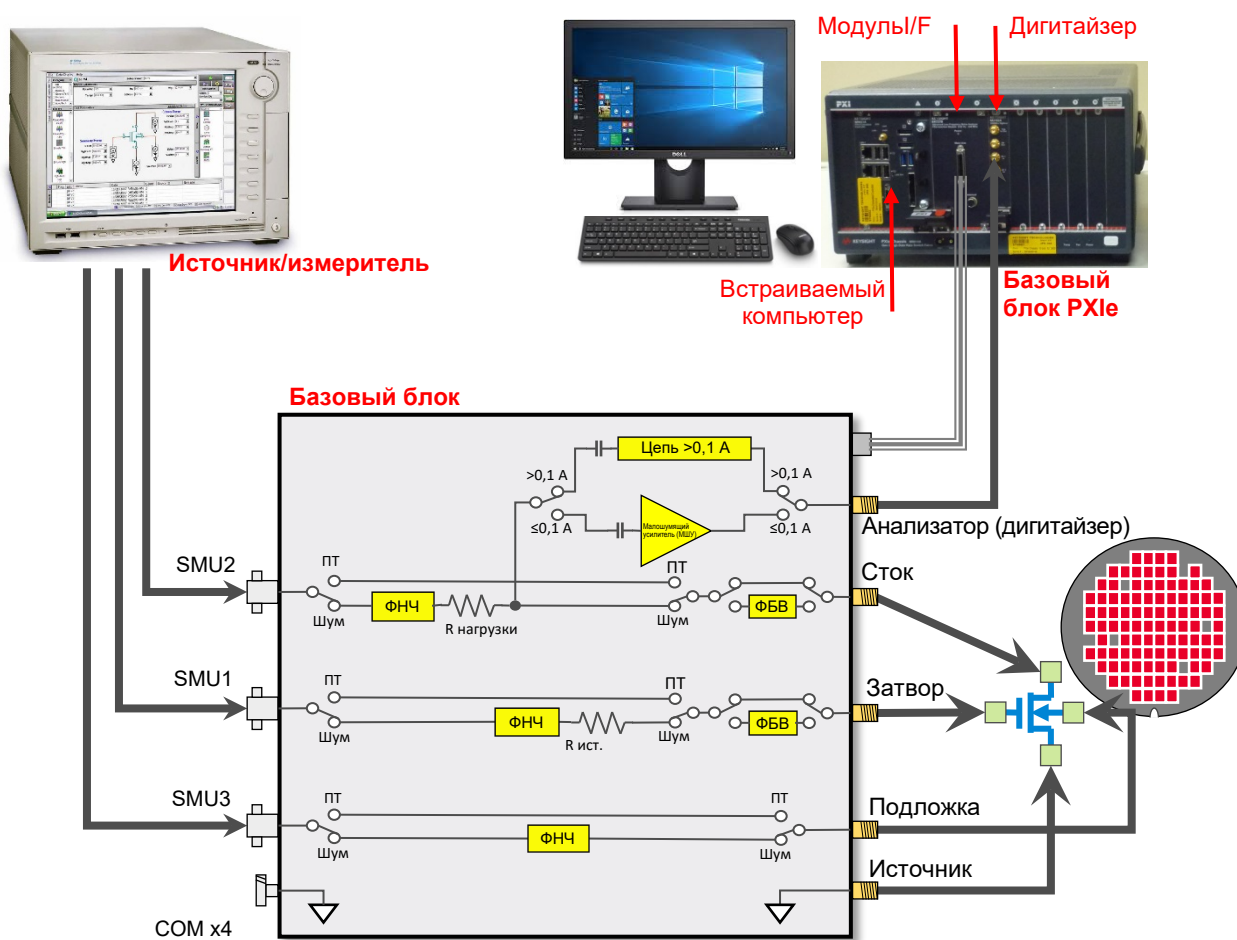


Рисунок 1. Упрощенная структурная схема системы E4727B, на которой показаны МШУ, ФНЧ и ФБВ (фильтр блокировки возбуждения)

Для разных типов полупроводниковых приборов требуются разные значения сопротивления R нагрузки (RLOAD) и R источника (RSOURCE). E4727B является единственным в отрасли анализатором, предлагающим 23 переключаемых значения сопротивления от 0 Ом до 100 МОм. Программное обеспечение анализатора A-LFNA позволяет взвешенно выбирать значения R источника и R нагрузки исходя из типа полупроводникового прибора (полевой или биполярный транзистор, диод и т. д.), и измерять его характеристики по постоянному току.

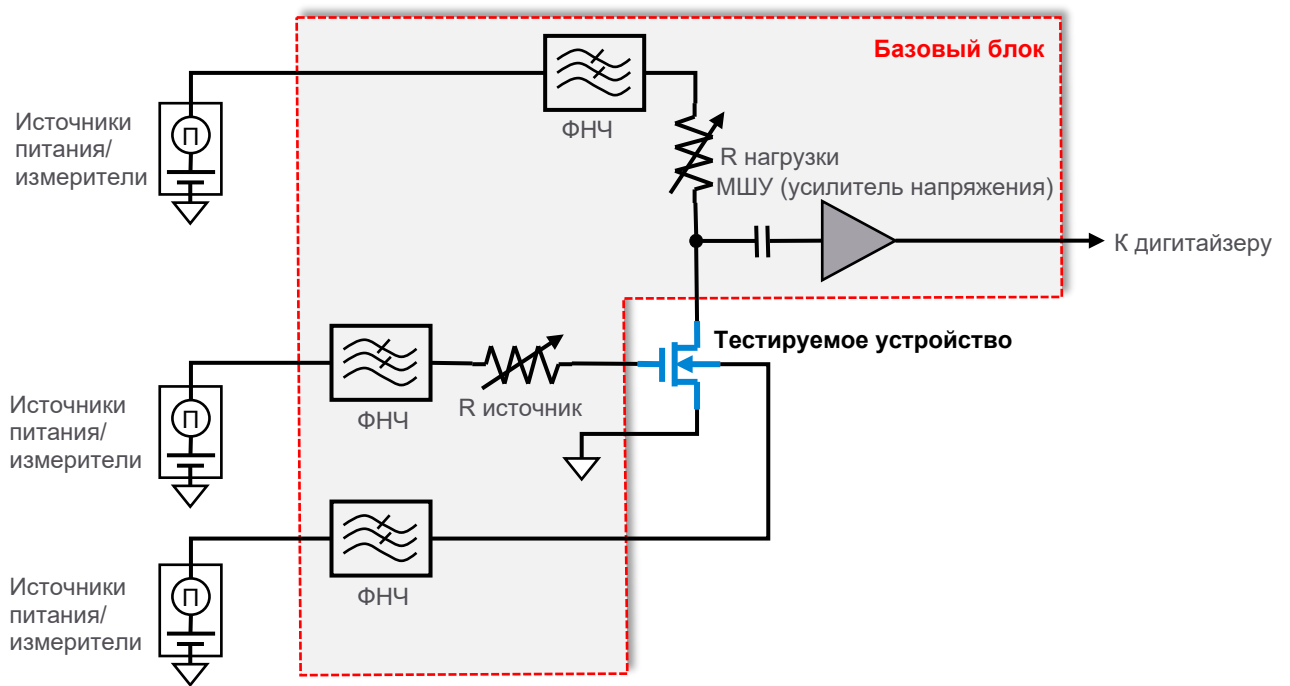


Рис. 2. Эквивалентная схема измерения шума

Системный контроллер в шасси PXIe поставляется с установленным ПО A-LFNA, которое интегрировано с ПО PathWave WaferPro Express, обеспечивающим быстрое и гибкое управление прибором и зондовой станцией. Таким образом, теперь можно автоматизировать измерения по постоянному току и измерения шума для полупроводниковых приборов разного типа с разной величиной смещения. Скорость и точность измерений можно регулировать настройкой аппаратного усреднения. Предусмотренные на заводе процедуры тестирования предлагают большой выбор схем подачи смещения, которые можно копировать и изменять в соответствии с конкретной задачей.

Измерительные функции

Измерения по постоянному току

- Точные измерения по постоянному току при использовании поддерживаемых параметрических анализаторов полупроводниковых приборов (до 0,1 А и 200 В).
- Измеряемые компоненты: полевые и биполярные транзисторы, диоды, резисторы.

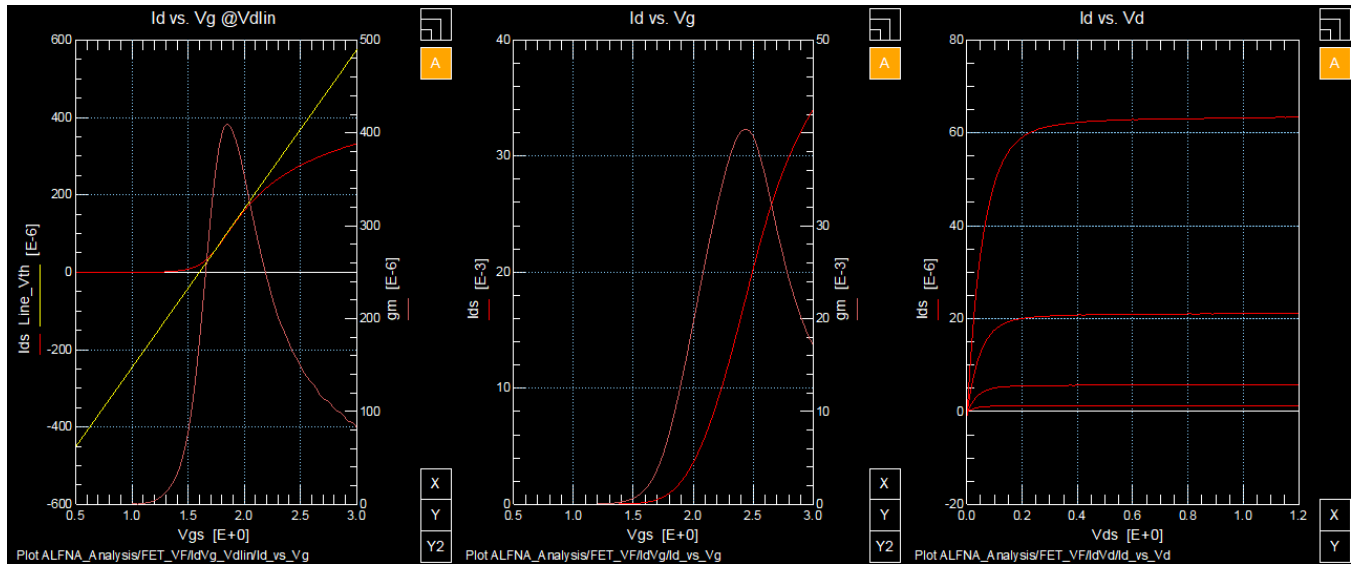
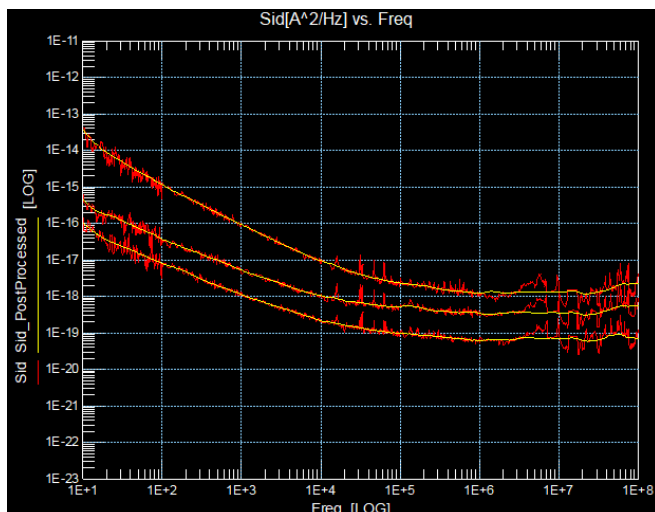


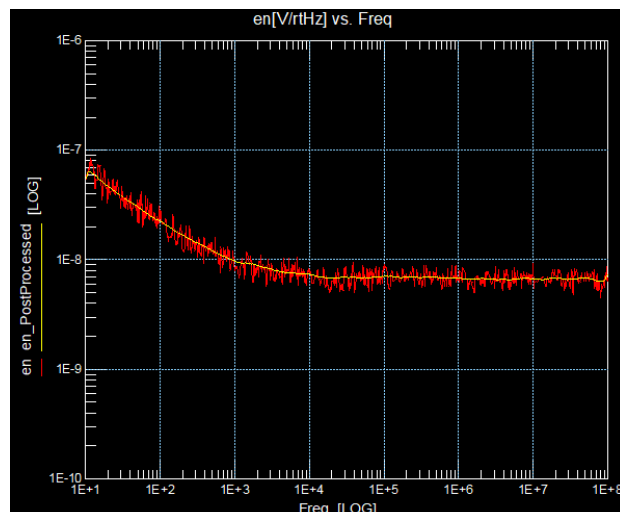
Рис. 3. Пример результатов измерений полевого транзистора по постоянному току. На левом графике значение порогового напряжения V_{th} получено методом g_m max в линейной области ($V_{gs}=0,05$ В), а значения g_m и R_{out} на центральном и левом графиках соответственно получены в области насыщения при значении $V_{gs}=1,0$ В.

Измерение фликкер-шума (1/f)

- Измеряемые компоненты: полевые и биполярные транзисторы, диоды, резисторы и схемы (операционные усилители, компараторы и др.)
- Диапазонов частот анализа от 30 мГц до 100 МГц
- Измерение шума до $1\text{E-}28\text{A}^2/\text{Гц}$ (тип.)
- Измерение шума до тока смещения 30 пА (тип.)
- Диапазон тока/напряжения/мощности до 0,1 А/200 В/10 Вт соответственно
- Возможна подача тока $>0,1$ А от внешнего источника питания постоянного тока



(а) Измерение зависимости Sid от частоты для n-МОП транзистора на пластине



(б) Измерение зависимости e_n от частоты для операционного усилителя в корпусе

Рис 4. Пример результатов измерения шума 1/f в диапазоне до 100 МГц для транзистора на пластине и устройства в корпусе

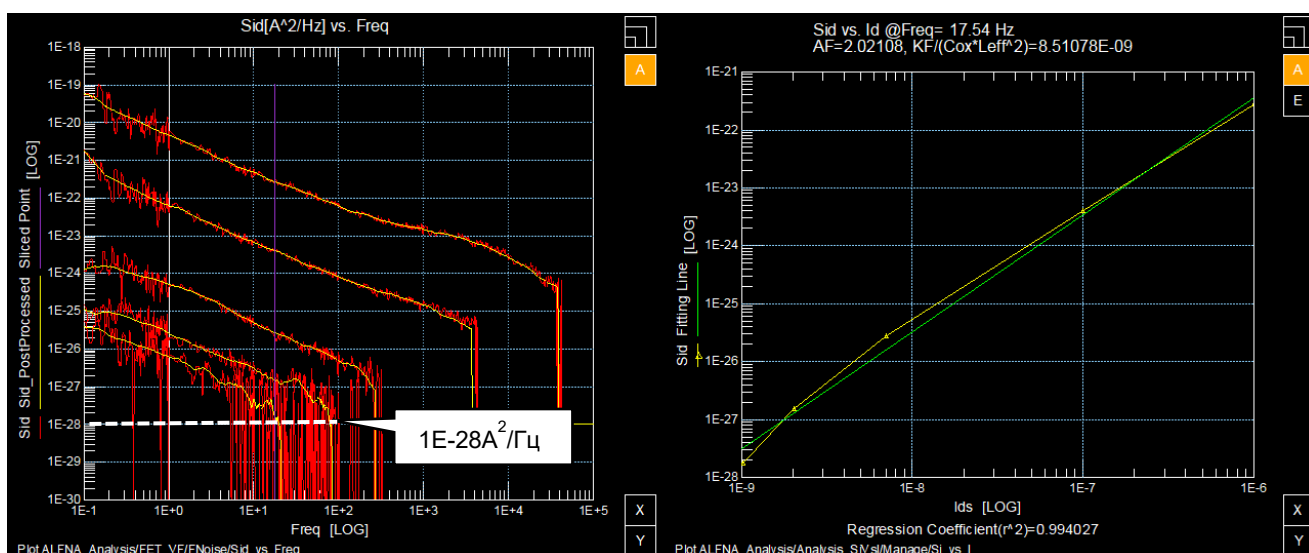


Рис. 5. Пример результатов измерения шума 1/f с плотностью тока шума $1\text{E-}28\text{A}^2/\text{Гц}$

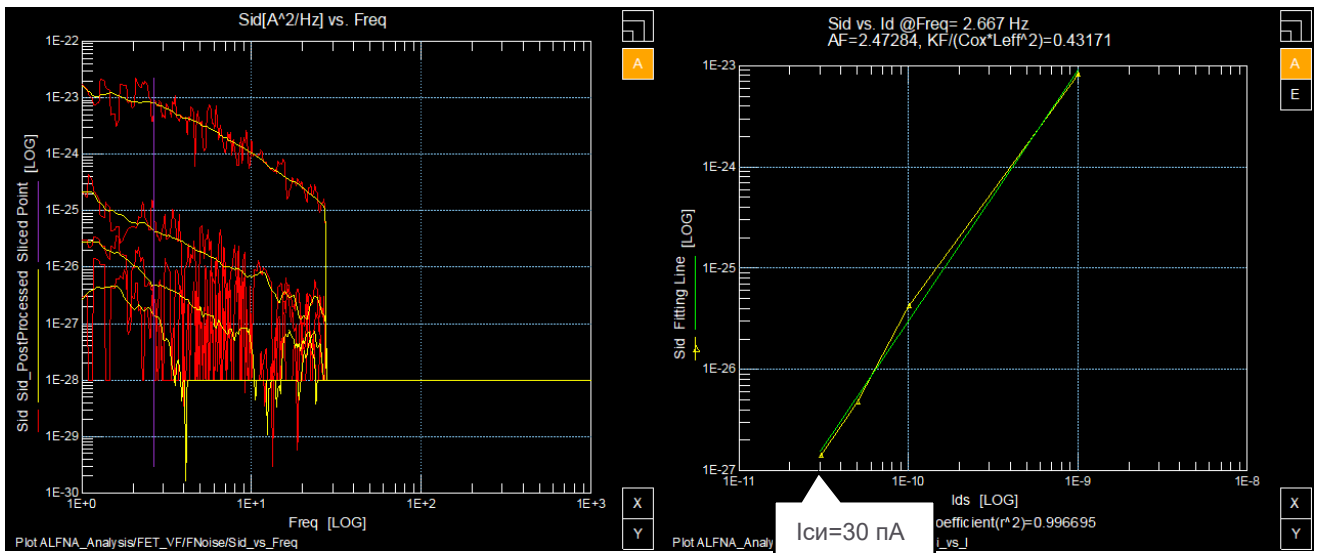


Рис. 6. Пример результатов измерения шума 1/f с током смещения 30 пА

Измерение произвольного телеграфного шума (RTN)

- Представление шума во временной области
- Гистограммы тока и напряжения
- Измеряемые компоненты: полевые и биполярные транзисторы, диоды, резисторы и схемы (операционные усилители, компараторы и др.)
- Минимальная дискретность по времени 2,0 нс
- Размер выборки до 16 млн точек
- Возможность анализа данных RTN в программном обеспечении B1530A

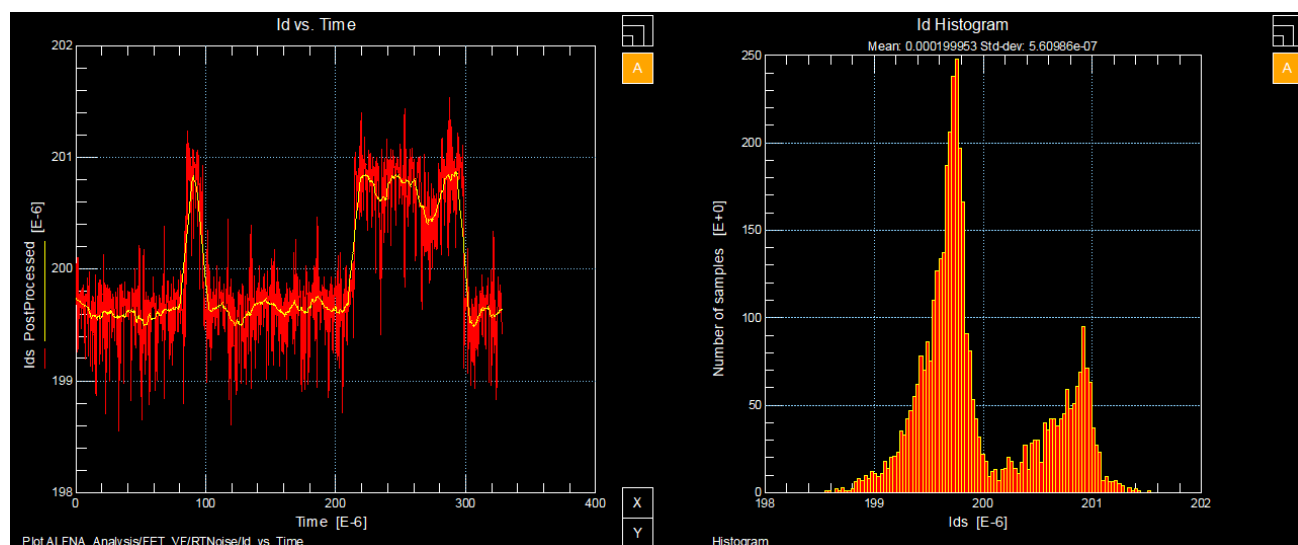


Рис.7. Пример результатов измерений RTN

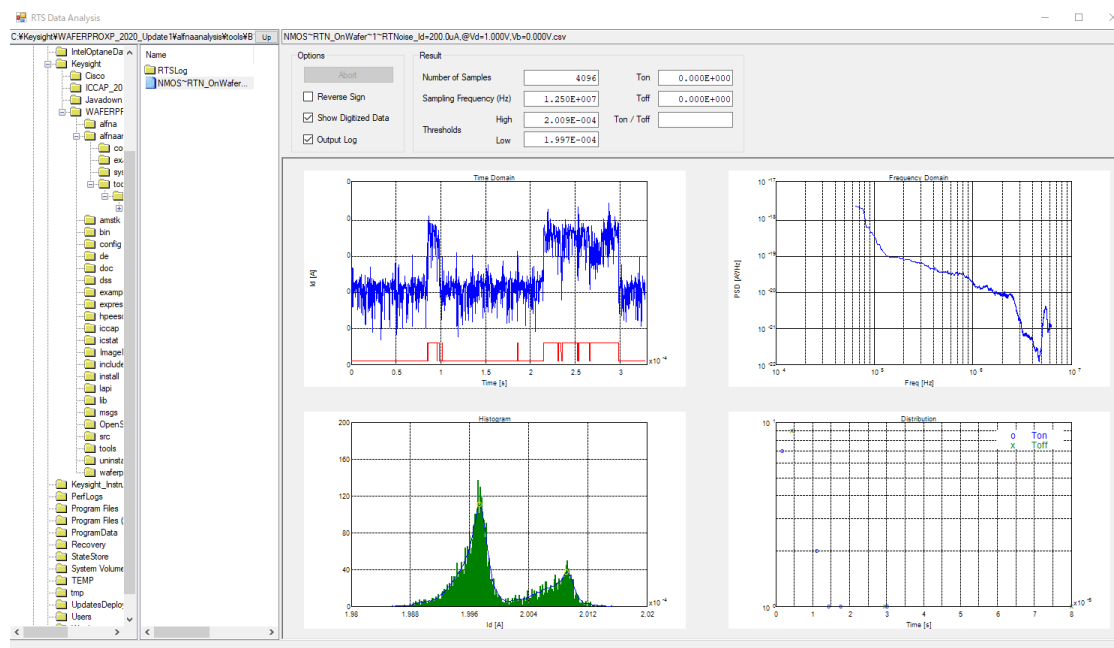


Рис. 8. Окно анализа данных RTN в программном обеспечении B1530

Измерение шума с током смещения более 0,1 А

- Подача тока смещения $>0,1$ А от внешнего источника питания постоянного тока
- Внешняя тестовая оснастка должна поддерживать параметры источника питания постоянного тока $>0,1$ А

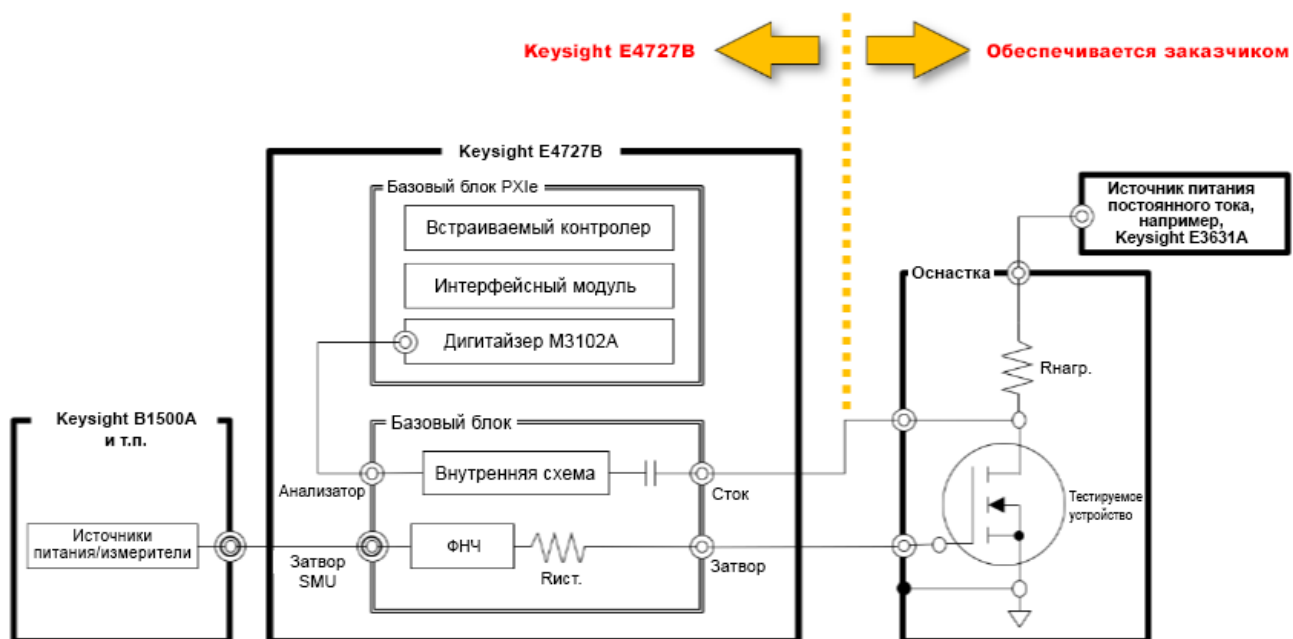


Рис. 9. Схема измерений при токе более 0,1 А

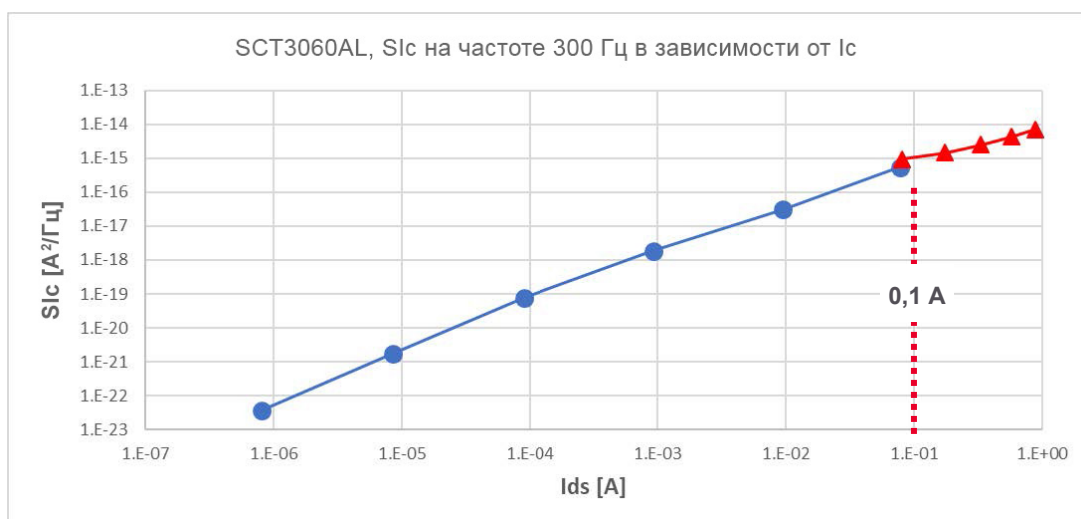


Рис. 10. Пример результатов измерений при токе до 1 А

Технические характеристики E4727B

Характеристики системы

Тестируемое устройство (ТУ)		Полевые или биполярные транзисторы, диоды, резисторы, схемы	
Количество выводов ТУ	Полевой или биполярный транзистор	3, 4, 5, 6	ФНЧ поддерживает только ТУ с 3 и 4 выводами
	Диод, резистор	2, 3	
Исполнение ТУ		Пластина или устройство в корпусе	
Максимальная аналоговая полоса пропускания		от 30 МГц до 100 МГц	
Измерения в частотной области	Мин. частота	30 МГц	
	Макс. частота	100 МГц	
Измерения во временной области	Макс. частота выборки	500 МГц	
	Мин. интервал выборки	2 нс	Характеристика дигитайзера
		10 нс	См. аналоговую полосу пропускания
Макс. число выборок	16 777 216 (=2 ²⁴)		
Макс. смещение при измерениях по пост. току	Сток	±200 В, ±0,1 А	макс. 10 Вт, требуется источник/измеритель большой мощности
	Затвор, подложка	±50 В, ±0,1 А	
Макс. смещение при измерениях шума	Сток	±200 В, ±0,1 А	Требуется источник/измеритель большой мощности
		±200 В, >±0,1 А	Требуется внешний источник питания постоянного тока
	Затвор, подложка	±50 В, ±0,1 А	
Максимальный ток смещения		30 пА (тип.)	
Минимальная плотность тока шума		1E-28 А ² /Гц (тип.)	
Погрешность измерений шума 1/f		±1,5 дБ	
Воспроизводимость измерений шума 1/f		±2,0 дБ	
Защита от электростатического заряда		Все выводы	

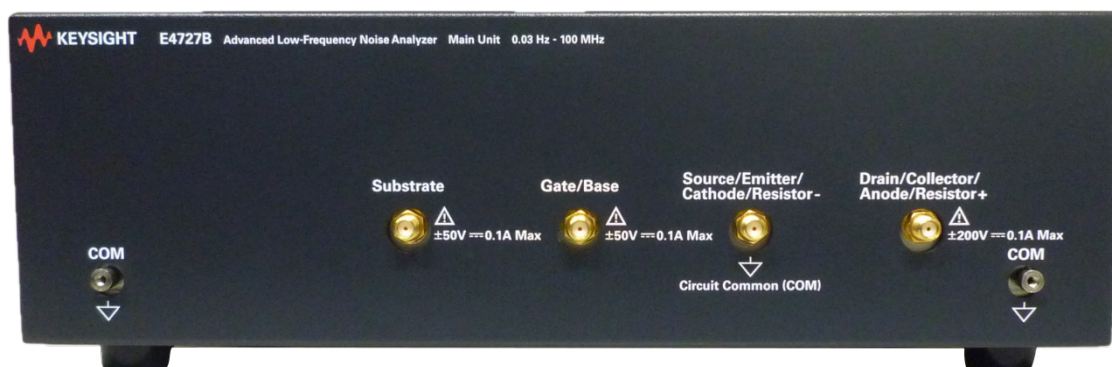
Модуль интерфейса PXIe (E4727B-100)

Размер	3U/3 слота
--------	------------



Базовый блок (E4727B-200)

МШУ			
Количество МШУ	3		
	МШУ1 (VAMP_ULF)	МШУ2 (VAMP_LF)	МШУ3 (VAMP_HF)
Тип МШУ	Усилитель напряжения	Усилитель напряжения	Усилитель напряжения
Рабочая частота	от 30 мГц до 1 МГц	от 1 Гц до 1 МГц	от 1 Гц до 100 МГц
Коэффициент усиления напряжения	59 дБ на частоте 10 кГц	59 дБ на частоте 10 кГц	47 дБ на частоте 1 МГц
Приведенное ко входу напряжение шума	-185 дБВ ² /Гц (=0,56 нВ/√Гц) на частоте 10 кГц	-185 дБВ ² /Гц (=0,56 нВ/√Гц) на частоте 10 кГц	-178 дБВ ² /Гц (=1,3 нВ/√Гц) на частоте 1 МГц
Приведенный ко входу ток шума	100 фА/√Гц на частоте 10 кГц	100 фА/√Гц на частоте 10 кГц	100 фА/√Гц на частоте 10 кГц
Частота точки перегиба АЧХ	15 Гц	100 Гц	200 Гц
Макс. входное напряжение	±200 В пост. тока	±200 В пост. тока	±200 В пост. тока
Выходное полное сопротивление	220 Ом	220 Ом	220 Ом
ФНЧ			
Количество ФНЧ	2		
	ФНЧ1 (LPF_ULF)	ФНЧ2 (LPF_LF/HF)	
Частота среза	0,03 Гц	0,4 Гц	
Последовательное сопротивление	3,8 кОм	294 Ом	
Сопротивление R источника и R нагрузки			
	R ист.		R нагрузки
Номинал резистора	0–100 МОм (23 значения)		0–100 МОм (23 значения)
Погрешность сопротивления	±0,5%		±0,5%



Тестовая оснастка (E4727B-300)

Тип гнезда ИС	DIP (ширина 7,62 мм или 15,24 мм)
Шаг выводов гнезда ИС	2,54 мм
Количество контактов гнезда ИС	28



Принадлежности в комплекте (E4727-60001, E4727-60002)

E4727-60001		
Кабель, MDR 40-конт., 2 м	1 шт.	
E4727-60002		
Коаксиальный кабель, SMA (вилка)-SMA (вилка), 1 м	1 шт.	Базовый блок – дигитайзер
Коаксиальный кабель, SMA (вилка)-SMA (вилка), 0,2 м	4 шт.	Базовый блок – оснастка
Коаксиальный кабель, SMA (вилка)-SSMC (вилка), 0,25 м	4 шт.	Базовый блок – пробник
Коаксиальный кабель, SMA (вилка)-SSMC (вилка), 0,5 м	4 шт.	
Переходник, SMA-BNCJ	4 шт.	
Переходник, TХAJ-BNCP	4 шт.	
Перемычка, SMA (вилка)	1 шт.	Используется для калибровки

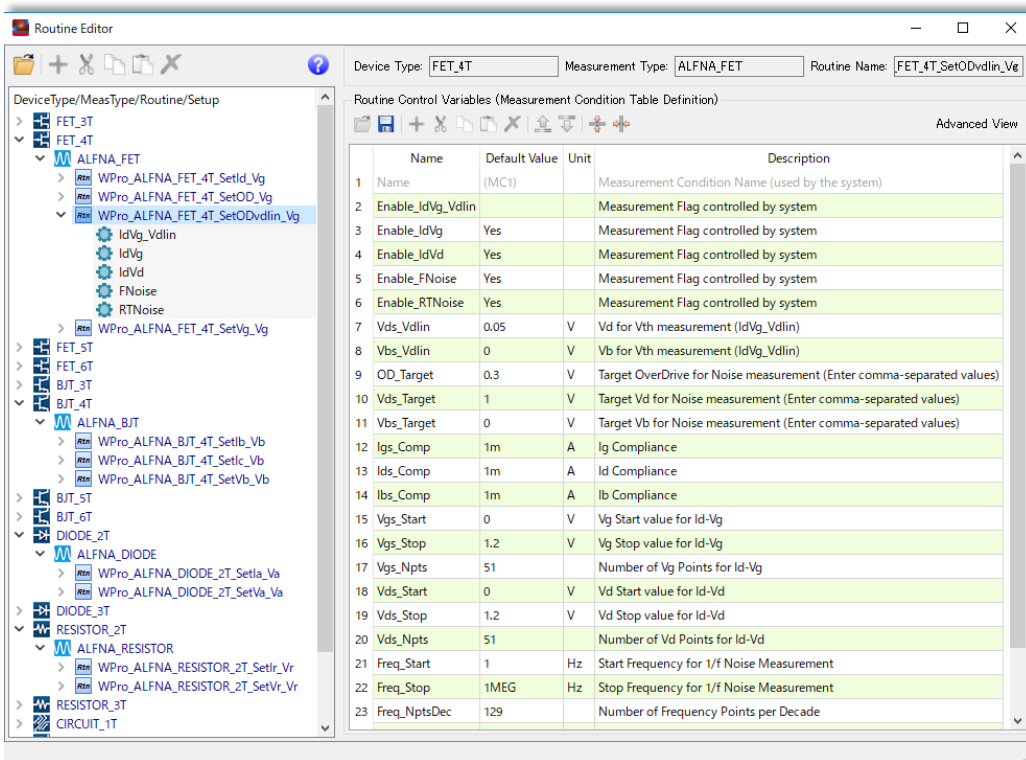


Рис. 12. Окно настройки процедуры измерения шума 1/f и RTN

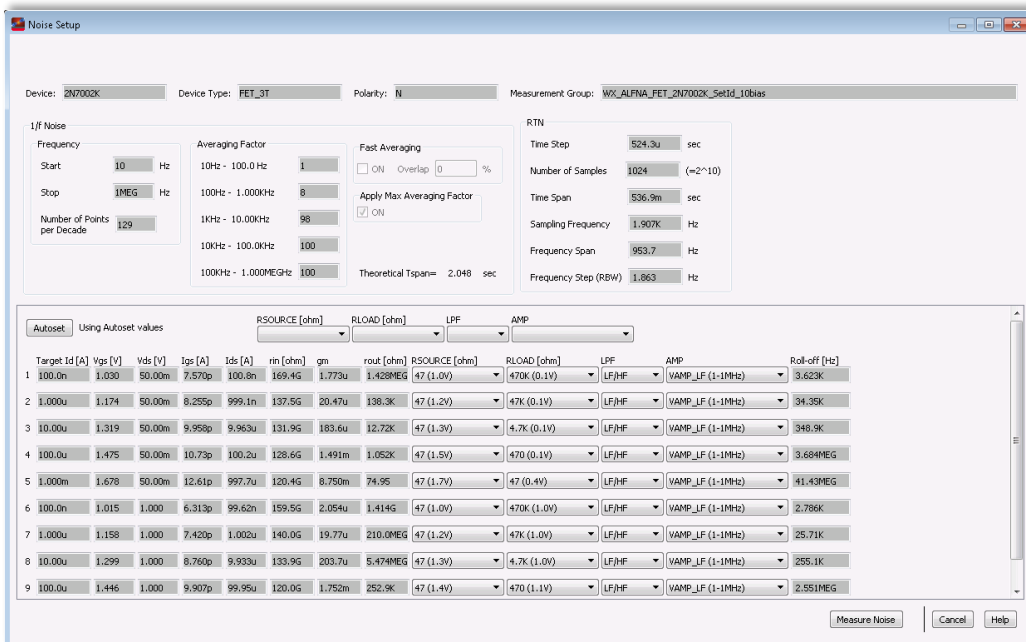


Рис. 13. Окно настройки внешних условий (R источник, R нагрузки, ФНЧ и МШУ) для измерения шума

Измерительные функции

Встроенные схемы подачи смещения

Исследуемое устройство	Схема подачи смещения	Описание	W7802B Пакет программного обеспечения для измерений и программирования PathWave WaferPro Express A-LFNA	W7801B Пакет измерительного программного обеспечения PathWave WaferPro Express WGFUMU
Полевой транзистор	SetVg	Задаёт $V_{зи}$, $V_{си}$ и $V_{ти}$ как условия смещения	● *	●
	SetId	Определяет $I_{си}$, $V_{си}$ и $V_{ти}$ как условия смещения. $V_{зи}$ определяется автоматически для достижения заданного $I_{си}$	●	●
	SetOD	Задаёт пороговое напряжение ($V_{п}$), исходя из стабильного тока или gm_{max} и напряжения смещения. $V_{зи}$ автоматически установит смещение от $V_{п}$. $V_{п}$ измеряется при том же $V_{си}$ с измерением шума.	●	●
	SetODvclin	Задаёт пороговое напряжение ($V_{п}$), исходя из стабильного тока или gm_{max} и напряжения смещения. $V_{зи}$ автоматически установит смещение от $V_{п}$. $V_{п}$ измеряется в зависимости от $V_{си}$, полученного при измерении шума.	●	●
Биполярный транзистор	SetVb	Определяет $V_{бэ}$, $V_{кэ}$ и $V_{пэ}$ как условия смещения.	●	
	SetIb	Определяет $I_{б}$, $V_{к}$ и $V_{пэ}$ как условия смещения. $V_{бэ}$ определяется автоматически для достижения заданного $I_{б}$.	●	
	SetIc	Определяет $I_{к}$, $V_{к}$ и $V_{пэ}$ как условия смещения. $V_{бэ}$ определяется автоматически для достижения заданного $I_{к}$.	●	
Диод	SetVa	Определяет $V_{ак}$ и $V_{подл.}$ как условия смещения	●	
	SetIa	Определяет $I_{ак}$ (ток диода) и $V_{подл.}$ как условия смещения. $V_{ак}$ определяется автоматически для достижения заданного $I_{ак}$.	●	
Резистор	SetVp	Определяет $V_{р}$ и $V_{подл.}$ как условия смещения.	●	
	SetIр	Определяет $I_{р}$ и $V_{подл.}$ как условия смещения. $V_{р}$ определяется автоматически для достижения заданного $I_{р}$.	●	

*: Измерения при токе более 0,1 А возможны только с этой схемой подачи смещения.

Управление внешними приборами

Поддерживаемые внешние приборы

Прибор	Номер модели	Номер модели источника/измерителя
Параметрические анализаторы (источники питания/измерители)	Keysight 4155B/C	MSPMU
	Keysight 4156B/C	HRSMU
	Keysight E5260A	E5290A HPSMU E5291A MPSPMU
	Keysight E5270B	E5280B HPSMU E5281B MPSPMU E5287A HRSMU
	Keysight B1500A	B1510A HPSMU B1511A/B MPSPMU B1517A HRSMU
	Номер модели	Требуемая опция
Дигитайзер	Keysight M3102A	CLF, M20, FP1, K41
Генератор сигналов	Keysight 33621A	GPB

Поддерживаемые полуавтоматические и автоматические зондовые станции

Для зондовых станций, не перечисленных в таблице ниже, требуется соответствующий драйвер для работы с A-LFNA.

Поставщик	Номер модели	Программное обеспечение
FormFactor Inc. (бывш. Cascade, бывш. SUSS)	PA200, PA300 Summit 12000, 200 S300, Elite 300 CM300, CM300xi-ULN	ProberBench Nucleus Velox
MPI Corporation	TS2000-SE, TS3000-SE	SENTIO

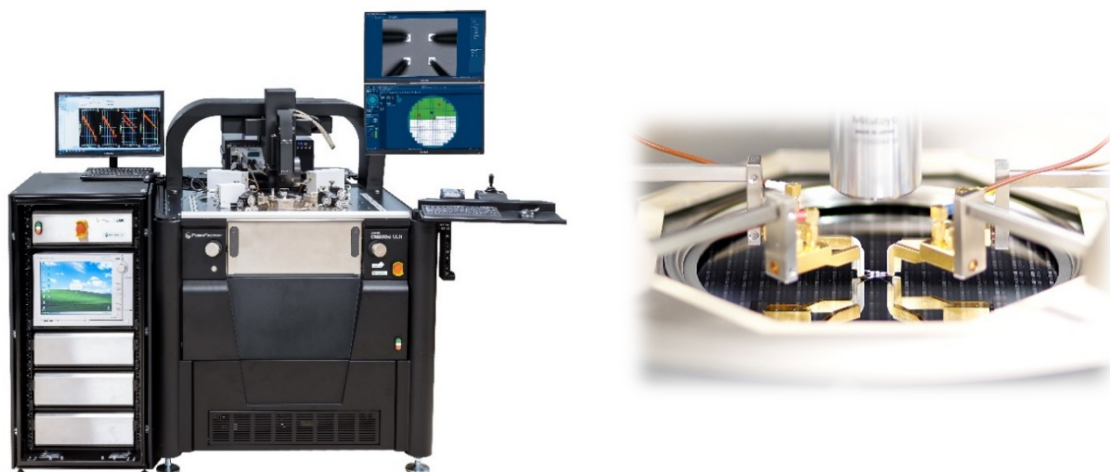


Рис. 14. Новая зондовая станция со сверхнизким уровнем шума от компании FormFactor (CM300xi-ULN)

Минимальные требования к оборудованию формата PXIe сторонних производителей

Шасси PXIe

Соответствие нормативным документам				
	Спецификация на оборудование PXI-5 PXI Express Спецификация на оборудование PXI-1 версия 2.2 Спецификация PICMG EXP.0 R2.0			
Объединительная плата				
Размер модуля	3U			
Количество периферийных слотов с гибридной совместимостью	4			
Системный слот PXIe	1 (с тремя системными слотами расширения)			
Совместимость модулей	PXIe, PXI гибридный, PXI-1 (только J1) и cPCI (только J1)			
Конфигурация каналов системного слота	2-канальная (x8, x16)			
Скорость передачи по объединительной плате	PCIe версия 2.0 (Gen 2) PCIe версия 3.0 (Gen 2)			
Ток через контакты объединительной платы				
Слот	+3,3 В	+5 В	+12 В	-12 В
Слот системного контроллера	9 А	9 А	11 А	0 А
Слот системной синхронизации/PXIe	6 А	0 А	4 А	0 А
Гибридный слот PXIe	6 А	6 А	4 А	1 А



Контроллер PXIe (PC)

Операционная система	Windows 7 (64-разрядная) Windows 10 (64-разрядная)
Память	16 Гбайт
Интерфейс	GP-IB

Условия окружающей среды

Характеристики окружающей среды	
Температура	+25°C ± 5°C
Относительная влажность воздуха	от 30% до 80%
Время прогрева	Не менее 40 мин
Период калибровки	1 год
Диапазон температур	
Рабочий	от +10 до +40°C
Хранения	от -30 до +70°C
Диапазон относительной влажности воздуха	
Рабочий	от 20% до 70%
Хранения	от 20% до 90%
Высота над уровнем моря	
Рабочий	от 0 до 2000 м
Электропитание	
Напряжение переменного тока	от 100 до 240 В (±10%)
Частота электросети	50/60 Гц
Максимальная (полная) мощность	1000 ВА

Условия окружающей среды (продолжение)

Соответствие нормативным документам			
ЭМС	IEC/EN 61326		
	CISPR публ. 11, группа 1, класс A Внимание! Это оборудование не предназначено для эксплуатации в жилых помещениях и может создавать в них помехи радиоприему.		
	AS/NZS CISPR 11		
	ICES/NMB-001 Данное устройство, относящееся к промышленному, научному или медицинскому оборудованию (ISM), соответствует канадскому стандарту ICES-001. Данное устройство, относящееся к промышленному, научному или медицинскому оборудованию (ISM), соответствует канадскому стандарту NMB-001.		
Декларация соответствия классу А ЭМС в Южной Корее: данное устройство признано пригодным для эксплуатации в общественных зданиях. В жилых помещениях оно может создавать помехи радиоприему.			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; margin: 0;">사 용 자 안 내 문</p> <p style="color: blue; margin: 5px 0 0 0;">이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.</p> </div> <p style="color: blue; margin-top: 10px;">※ 사용자 안내문은 “업무용 방송통신기자재”에만 적용한다.</p>			
Безопасность	IEC/EN 61010		
	Канада: CSA C22.2 No. 61010-1		
	США: UL std no. 61010-1		
Знаки соответствия стандартам		CE	Соответствие требованиям Еросоюза
		CSAus	Сертификация CSA Group для США и Канады
		RCM	Электромагнитная совместимость, Австралийское управление связи и СМИ
		K	Знак соответствия стандартам Южной Кореи (KCC). R-R-Kst-RP20669

Размеры и масса

Номер модели	Описание	Размер Ш × Г × В, мм (исключая выступающие части)	Масса
Keysight E4727B-100	Модуль интерфейса PXIe	3U/3 слота	0,30 кг
Keysight E4727B-200	Базовый блок	298 × 192 × 104,3	8,9 кг
Keysight E4727B-300	Тестовая оснастка	120 × 120 × 103,6	1,1 кг
Keysight M9010A	Шасси PXIe, 10 слотов	322,5 × 552,5 × 194,8	14,0 кг
Keysight M9019A	Шасси PXIe, 18 слотов	444,4 × 466,0 × 194,8	13,5 кг
Keysight M9037A	Встроенный контроллер	3U/4 слота	1 кг
Keysight M3102A	Дигитайзер	3U/1 слота	0,35 кг
Keysight 33621A	Генератор сигналов	261,1 × 303,2 × 103,8	3,5 кг

Автоматизированное решение для измерения RTN с помощью W7801B и B1500A

Пакет измерительного программного обеспечения PathWave WaferPro Express WGF MU – W7801B – позволяет с небольшими расходами эффективно измерять RTN на пластине с помощью анализатора полупроводниковых приборов B1500A и генератора сигналов и быстродействующего измерителя (WGF MU) B1530A. При этом можно повысить эффективность измерения RTN и анализа данных, а также управления зондовой станцией.

Основные характеристики

- Автоматические измерения без программирования
- Автоматическое управление зондовыми станциями
- Составление карты полупроводниковой пластины
- Один экран для отображения результатов измерений в частотной области в нескольких декадах
- Возможность модернизации имеющегося анализатора B1500A

Сравнение систем измерения шума RTN и 1/f

		W7802B Пакет программного обеспечения для измерений и программирования PathWave WaferPro Express A-LFNA	W7801B Пакет измерительного программного обеспечения PathWave WaferPro Express WGF MU
Измерительное оборудование		E4727B A-LFNA	B1500A с B1530A WGF MU
Исследуемое устройство		Полевой или биполярный транзистор, диод, резистор, схема	Полевой транзистор
Количество выводов устройства		3, 4, 5, 6	3
Максимальное напряжение смещения		±200 В	±10 В
Максимальный ток смещения		±100 мА	±10 мА
Уровень собственных шумов		1E-28 А ² /Гц	1E-25 А ² /Гц
Аналоговая полоса частот		от 30 МГц до 100 МГц	от 1 МГц до 16 МГц
Измерения в частотной области	Мин. частота	30 МГц	1 МГц
	Макс. частота	100 МГц	16 МГц
Измерения во временной области	Макс. частота выборки	500 МГц	200 МГц
	Мин. интервал выборки	2 нс	5 нс
	Макс. число выборок	16 777 216 (=2 ²⁴)	2 097 152 (=2 ²¹)
Контроллер		Встроенный контроллер M9037A	Компьютер с ОС Windows
Интерфейс GPIB		M9037A встроенный интерфейс GPIB (Micro-D 25 конт.)	Адаптер USB/GPIB (Keysight 82357B, NI GPIB-USB-HS)

Пример измерения

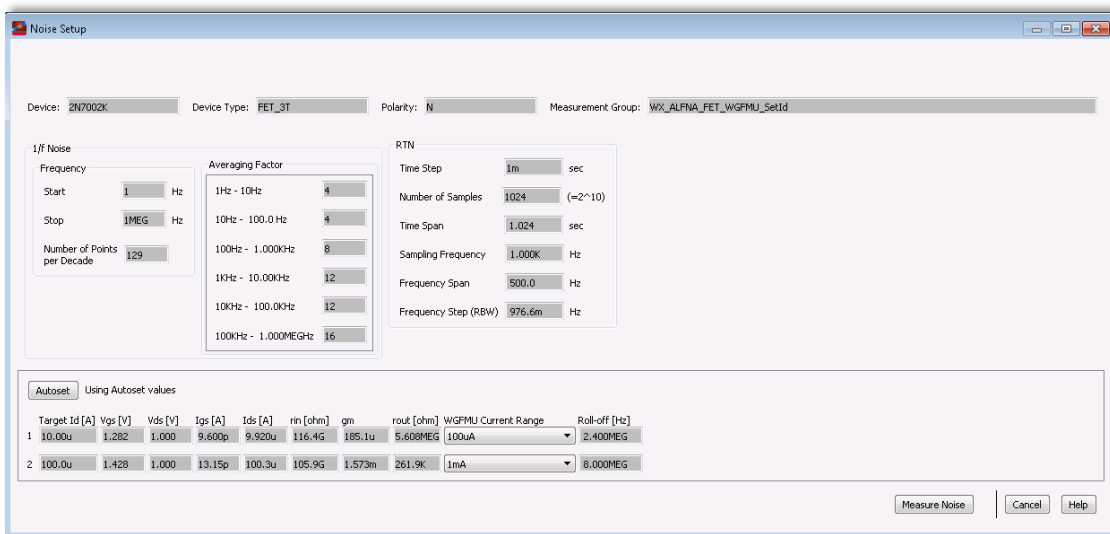


Рис. 15. Окно настройки диапазона тока WGFMU

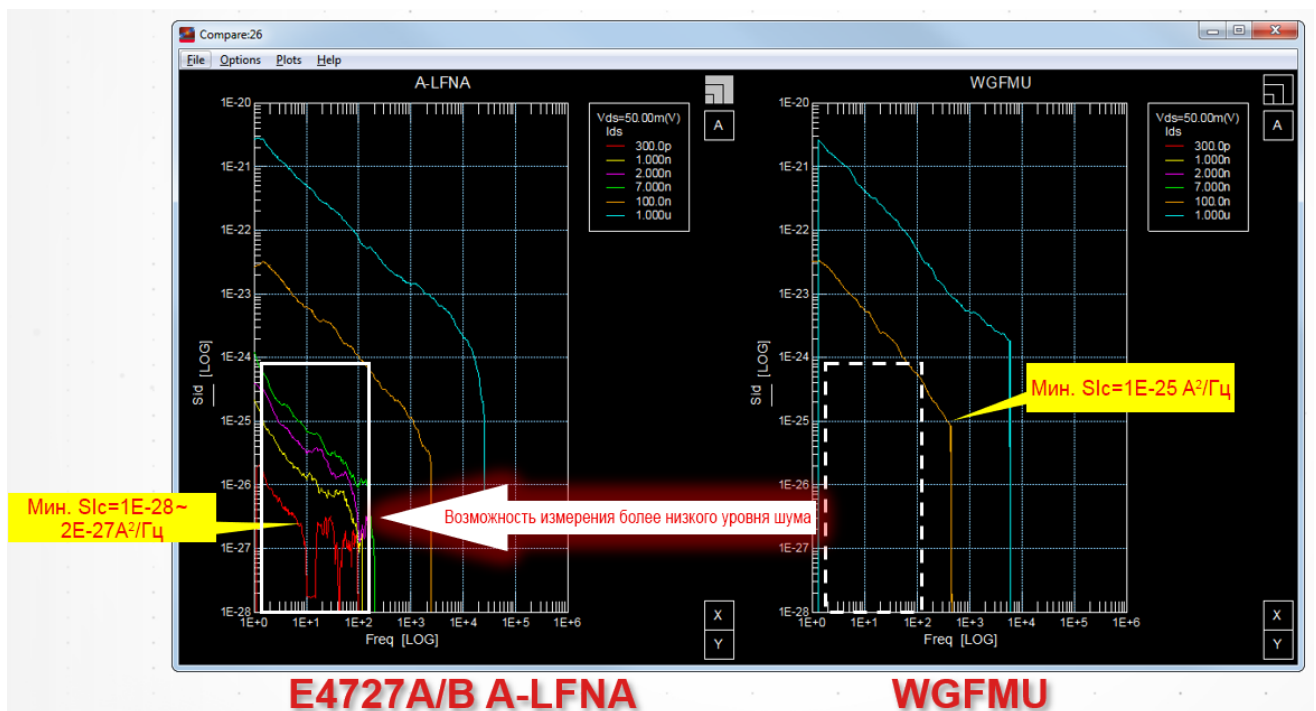


Рис. 16. Пример результатов измерений с помощью WGFMU

Для получения дополнительной информации о WGFMU перейдите по ссылке ниже.

- <https://www.keysight.com/en/pd-1443698-pn-B1500A-A30re/>
- <https://www.keysight.com/us/en/assets/7018-03960/technical-overviews/5991-2443.pdf>

Информация для заказа

Автоматические измерения шума с помощью A-LFNA

Оборудование					
Z2082E-309	Комплект 1				
Z2082E-310	Комплект 2				
Z2082E-311	Комплект 3				
Z2082E-312	Комплект 4				
		Комплект 1	Комплект 2	Комплект 3	Комплект 4
E4727B-100	Модуль интерфейса PXIe	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
E4727B-200	Базовый блок	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
E4727B-300	Тестовая оснастка	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
E4727-60001	Кабель, MDR 40 конт., 2 м	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
E4727-60002	Комплект принадлежностей E4727B	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
M3102A	Дигитайзер Keysight	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-CH4	Четыре канала	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-CLF	Фиксированная частота дискретизации, малый джиттер	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-M20	Память 2 ГБ	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-FP1	С возможностью программирования ПЛИС	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-K41	ПЛИС, Xilinx 7K410T	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
M9010A	Шасси PXIe, 10 слотов	1 шт.			
M9019A	Шасси PXIe, 19 слотов		1 шт.		
M9037A	Встроенный контроллер PXIe: Intel i7, ОЗУ 4 ГБ, твердотельный накопитель 240 ГБ	1 шт.	1 шт.		
-M16	Память 16 ГБ	1 шт.	1 шт.		
-W16	Windows 10 IoT Enterprise LTSB (64-разр.)	1 шт.	1 шт.		
Y1212A	Заглушки слота PXI, 5 шт.	1 шт.	3 шт.		
Y1260A	Кабель GPIB	1 шт.	1 шт.		
Y1261A	Переходник DisplayPort-DVI	1 шт.	1 шт.		
Y1262A	Кабель DisplayPort	1 шт.	1 шт.		
Y1263A	Переходник DisplayPort-VGA	1 шт.	1 шт.		
Y1206A	USB клавиатура и оптическая мышь	1 шт.	1 шт.		
33621A	Генератора сигналов серии 33600A, 120 МГц, 1-канальный	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
-Z54	Свидетельство о калибровке по ANSI/NCSL Z540.3-2006	1 шт.	1 шт.	1 шт.	

		Комплект 1	Комплект 2	Комплект 3	Комплект 4
-GPB	Модуль интерфейса GPIB для генератора сигналов 33600A серии Trueform	1 шт.	1 шт.	1 шт.	
16494B-002	Триаксиальный кабель для измерений по четырехпроводной схеме, 3 м	3 шт.	3 шт.		
16493J-002	Кабель блокировки, 3 м	1 шт.	1 шт.		
10833A	Кабель GPIB, 1 м	1 шт.	1 шт.		
10833C	Кабель GPIB, 4 м	1 шт.	1 шт.		
R-51B-001-C	Гарантия (ремонт с возвратом в Keysight), 1 год	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Программное обеспечение					
W7802B	Лицензия на пакет ПО PathWave WaferPro Express A-LFNA				
		Фиксированная	Плавающая (один адрес)		
	6-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-F	R-V4E-002-F		
	12-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-L	R-V4E-002-L		
	24-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-X	R-V4E-002-X		
	36-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-Y	R-V4E-002-Y		
	Подписка на 12-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-L	R-V6E-002-L		
	Подписка на 24-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-X	R-V6E-002-X		
	Подписка на 36-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-Y	R-V6E-002-Y		
	Подписка на 60-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-Z	R-V6E-002-Z		
Сервис					
E4727S	Монтаж и подготовка специалистов на месте эксплуатации и др.				

Автоматизированное измерение шума с помощью WGFMU (типовой пример конфигурации)

Измерительное оборудование		
B1500A	Базовый блок анализатора полупроводниковых приборов	
B1500A-A00	Пустой корпус для установки оборудования (требует установки как минимум 2 SMU)	
B1500A-A30/A31	Дополнительный комплект WGFMU или дополнительный комплект WGFMU с адаптерами-переходниками	
B1500A-A3P	Комплект кабелей для пробников WGFMU	
Программное обеспечение		
W7801B	Лицензия на пакет измерительного программного обеспечения PathWave WaferPro Express WGFMU	
	Фиксированная	Плавающая (один адрес)
6-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-F	R-V4E-002-F
12-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-L	R-V4E-002-L
24-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-X	R-V4E-002-X
36-месячная лицензия на ПО с поддержкой по программе KeysightCare	R-V4E-001-Y	R-V4E-002-Y
Подписка на 12-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-L	R-V6E-002-L
Подписка на 24-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-X	R-V6E-002-X
Подписка на 36-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-Y	R-V6E-002-Y
Подписка на 60-месячную поддержку ПО по программе KeysightCare	R-V6E-001-Z	R-V6E-002-Z
Сервис		
E4727S	Монтаж и подготовка специалистов на месте эксплуатации и др.	

Более подробная информация приведена на сайте www.keysight.com

Для получения дополнительной информации о продукции Keysight, прикладном программном обеспечении и предоставляемых услугах обращайтесь в Российское представительство компании Keysight Technologies. Полный перечень представительств приведен на сайте www.keysight.com/find/contactus.

