

Keysight Technologies

ВЧ- и СВЧ-усилители

Руководство по выбору



Высокоэффективное усиление широкополосных сигналов

- Возможность функционирования в широкой полосе частот до 50 ГГц оптимизирует рабочий диапазон измерительных систем
- Превосходные характеристики коэффициента шума и высокий коэффициент усиления значительно снижают коэффициент шума измерительной системы в целом
- Высокая выходная мощность повышает уровень доступной мощности при проведении измерений

Введение

Измерительные системные усилители 83006/017/018/020 /050 /051A и N4985A компании Keysight имеют высокие рабочие характеристики в ультраширокополосном диапазоне частот до 50 ГГц. Превосходные характеристики коэффициента шума в широком диапазоне частот и при высоком коэффициенте усиления позволяют использовать их для существенного уменьшения коэффициента шума измерительной системы. Заменяя несколько усилителей одним широкополосным продуктом Вы можете существенно упростить свои измерительные системы. Можно поместить эту усиленную мощность там, где необходимо, используя источники питания компании Keysight, располагаемые на некотором расстоянии от усилителей. Кроме того, усилитель 87415A компании Keysight обеспечивает возможность работы в многооктавном диапазоне частот от 2 до 8 ГГц.

Предусилители 87405B/C и системные усилители N4985A-S30/S50 компании Keysight обеспечивают исключительно высокий коэффициент усиления и равномерность характеристик. Компактные предусилители 87405B/C поставляются с кабелем, обеспечивающим удобное подключение к порту питания пробника измерительных приборов, что исключает необходимость в дополнительном источнике питания постоянного тока. Это делает их идеальными внешними предусилителями для ряда измерительных приборов компании Keysight.

Системные усилители N4985A-S30/50 - широкополосные усилители с высокими характеристиками, которые обеспечивают перекрытие от частот модулирующих/ ВЧ-сигналов (< 100 кГц) вплоть до миллиметрового диапазона волн (> 30 ГГц). Эти усилители представляют собой многофункциональные лабораторные ВЧ-усилители и могут использоваться в качестве блока усиления при решении задач в частотной области, либо в качестве усилителя импульсных сигналов во временной области. Малый размер и универсальные характеристики делают их превосходным вариантом при выборе блока усиления общего назначения со средней выходной мощностью в одном корпусе, потенциально замещающим два или три узкополосных усилителя.



Системный усилитель N4985A



Предусилитель 87405B/C



Системные усилители

Что следует учитывать при выборе усилителя

Инженерам постоянно требуются усилители с высочайшими характеристиками коэффициента усиления и мощности в широкой рабочей полосе частот.

Список требований к электрическим характеристикам усилителя мощности может быть достаточно обширен. Элементы этого перечня определяются следующими характеристиками:

Диапазон частот

Диапазон применения ВЧ- и СВЧ-устройств в частотной области простирается от 100 МГц для полупроводниковых устройств до 60 ГГц для систем спутниковой связи. Широкополосные принадлежности повышают гибкость измерительных систем за счёт расширения перекрытия по частоте. Однако, полоса частот всегда зависит от применения, и широким рабочим диапазоном частот иногда приходится жертвовать, чтобы обеспечить соответствие другим важным параметрам.

Коэффициент шума

Коэффициент шума является основной технической характеристикой при выборе типового микроволнового усилителя мощности. Коэффициент шума определяется как отношение уровней сигнал/шум на входе, делённое на отношение уровней сигнал/шум на выходе. Шум-фактор представляет собой, соответственно, отношение действительного уровня шума на выходе устройства к уровню шума, который сохранился бы, если бы само устройство не вносило никакого шума, или как отношение SNR (отношение сигнал/шум) на входе к SNR на выходе.

Использование малошумящих усилителей всегда предпочтительнее, поскольку доминирующую роль в снижении коэффициента шума системы играет коэффициент шума предусилителя. При добавлении предусилителя к системе измерения коэффициента шума можно также уменьшить коэффициент шума всей системы.

$$F_{new} = F_{pa} + \frac{F_{sys} - 1}{F_{pa}}$$

Где F и G - шум-фактор и коэффициент усиления предусилителя, оба выражены в линейных единицах.

Ниже приведено выражение для коэффициента шума, выраженное в децибелах.

$$NF_{sys} = 10 \log (F_{sys}) \text{ in dB}$$

Для систем с одним предусилителем, где коэффициент усиления предусилителя больше или равен коэффициенту шума анализатора спектра, коэффициент шума системы приблизительно равен коэффициенту шума предусилителя.

Выходная мощность (Psat и P1dB)

Одной из основных технических характеристик СВЧ-усилителей является их выходная мощность. Уровень выходной мощности Psat относится к выходной мощности в режиме насыщения или максимальной выходной мощности усилителя. Это уровень выходной мощности, где наклон кривой Pin/Pout стремится к нулю. Уровень выходной мощности P1dB относится к выходной мощности в точке компрессии усиления на 1 дБ. В отличие от технической характеристики коэффициента усиления, подразумевается, что данная техническая характеристика относится к рабочей точке, где усилитель демонстрирует в некоторой степени нелинейное поведение. Если усилитель является широкополосным, то зависимость уровня мощности на выходе от уровня мощности на входе не меняется прерывисто с изменением частоты. Раньше широкополосный СВЧ-усилитель, который мог обеспечить уровень выходной мощности, превышающий несколько ватт, требовал решение, использующее мультиплексирование или коммутацию множества узкополосных усилителей. Часто такой подход приводил к нежелательным проблемам, таким как отсутствие непрерывности кривой мощности в точках пересечения частотных полос.

Коэффициент усиления

Коэффициент усиления обычно нормируется в заданных пределах выходной мощности. Часто, если уровень выходной мощности не указан, предполагается, что этот коэффициент усиления относится к сигналам низкого уровня. Условия для сигналов низкого уровня на входе и выходе обычно легко воспроизвести и проверить, тогда как характеристики коэффициента усиления и неравномерности коэффициента усиления могут значительно меняться, когда усилитель приближается к точке компрессии. Неравномерность коэффициента усиления для усилителя с широким диапазоном частот часто нормируется по подмножествам полос в пределах всего диапазона частот. Коэффициент усиления и неравномерность коэффициента усиления обычно подразумевают, что коэффициент передачи в обратном направлении от выхода ко входу является пренебрежимо малым; то есть, усилитель является однонаправленным.

Обычно равномерная характеристика коэффициента усиления может быть достигнута только в пределах узких частотных полос с помощью классических методов реактивного согласования, используемых, например, для внутренне согласованных устройств. Попытки расширить полосу частот для коэффициента усиления мощного СВЧ-усилителя требует компромиссных решений с использованием резистивного согласования или методов, использующих обратную связь с измерением выходной мощности. Комбинированная топология с пространственной организацией позволяет преодолеть эти ограничения.

Обратные потери по входу/выходу (КСВН)

Коэффициент стоячей волны, часто называемый также как КСВН (VSWR), является результатом интерференции волн. Пики и впадины волн в данной конфигурации поля остаются в статическом положении, пока источники помех не изменяются по отношению друг к другу. Обратные потери, выраженные в дБ, являются мерой коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН). Причиной обратных потерь является рассогласование импедансов между схемами. На сверхвысоких частотах свойства материалов, а также размеры элементов цепи играют значительную роль в определении согласования или рассогласования импедансов, вызванного распределённым эффектом. Усилители компании Keysight гарантируют превосходные характеристики обратных потерь за счёт встраивания соответствующих согласующих схем, чтобы обеспечить оптимальную передачу мощности через усилитель и всю схему.

Изоляция

Изоляция - это степень ослабления нежелательного сигнала, обнаруженного на интересующем порте. Изоляция приобретает важное значение на более высоких частотах. Высокая изоляция снижает влияние сигналов, поступающих от других каналов, поддерживает целостность измеряемого сигнала и уменьшает погрешности измерения системы.

Более подробная информация приведена на сайте компании Keysight: www.keysight.com/find/amp

Руководство по выбору ВЧ- и СВЧ-усилителей



Таблица технических характеристик ВЧ- и СВЧ-усилителей

Модель	Диапазон частот (ГГц)	Коэффициент шума (дБ) (тип.)	Выходная мощность Psat (дБм)	Выходная мощность P1dB (дБм)	Коэффициент усиления (дБ) (мин.)	КСВН	Изоляция (дБ)	Напряжение питания (ном.)	ВЧ-соединители (вход/ выход)	Рекомендуемый источник питания
Предусилители										
87405B	От 0,01 до 4 ГГц	5 на 4 ГГц	8 на 4 ГГц	8 на 4 ГГц	22	1,9	40	+15 В при 105 мА	тип N (вилка)/ тип N (розетка)	87422A
87405C	От 0,1 до 18 ГГц	6 на 4 ГГц 4,5 на 18 ГГц	17 на 18 ГГц	15 на 4 ГГц 14 на 18 ГГц	25	1,92	50	+15 В при 140 мА -15 В при 3 мА	тип N (вилка)/ тип N (розетка)	87422A
N4985A -S30 ¹	От 0,00001 до 30 ГГц	5 от 2 до 30 ГГц	22 на 26 ГГц	Неприменимо	30 на 26 ГГц	1,92	Неприменимо	Источник питания переменного тока включён в комплект поставки	2,92 мм (розетка)	Включён в комплект поставки
N4985A -S50 ²	От 0,00001 до 50 ГГц	5 (от 2 до 30 ГГц) 6 (от 20 до 40 ГГц)	17 на 50 ГГц	Неприменимо	27 на 45 ГГц	2,32	Неприменимо	Источник питания переменного тока включён в комплект поставки	2,92 мм (розетка)	Включён в комплект поставки
Системные усилители										
87415A	От 2 до 8 ГГц	13 на 8 ГГц	26 на 8 ГГц	23 на 8 ГГц	25	3	60	+12 В при 900 мА	SMA (розетка)	87421A
83006A	От 0,01 до 26,5 ГГц	13 на 0,1 ГГц 8 на 18 ГГц 13 на 26,5 ГГц	18 на 10 ГГц 16 на 20 ГГц 14 на 26,5 ГГц	13 на 20 ГГц 10 на 26,5 ГГц	20	3,2	65	+12 В при 450 мА -12 В при 50 мА	3,5 мм (розетка)	87421A или 87422A
83017A ³	От 0,5 до 26,5 ГГц	8 на 20 ГГц 13 на 26,5 ГГц	20 на 20 ГГц 15 на 26,5 ГГц	18 на 20 ГГц 13 на 26,5 ГГц	25	2,6	65	+12 В при 700 мА -12 В при 50 мА	3,5 мм (розетка)	87421A или 87422A
83018A ³	От 2 до 26,5 ГГц	10 на 20 ГГц 13 на 26,5 ГГц	24 на 20 ГГц 21 на 26,5 ГГц	22 на 20 ГГц 17 на 26,5 ГГц	27 дБ на 20 ГГц 23 дБ на 26,5 ГГц	2,2	55	+12 В при 2 А -12 В при 50 мА	3,5 мм (розетка)	87421A или 87422A
83020A ³	От 2 до 26,5 ГГц	10 на 20 ГГц 13 на 26,5 ГГц	30 на 20 ГГц 25 на 26,5 ГГц	27 на 20 ГГц 23 на 26,5 ГГц	30 дБ на 20 ГГц 27 дБ на 26,5 ГГц	2,2	55	+15 В при 3,2 А -15 В при 50 мА	3,5 мм (розетка)	87422A
N4985A -P15	От 0,01 до 50 ГГц	12 на 50 ГГц	25 на 26,5 ГГц 20 на 50 ГГц	23 на 26,5 ГГц 17 на 50 ГГц	22 на 50 ГГц	3,01	50	Источник питания переменного тока включён в комплект поставки	2,4 мм (розетка)	Включён в комплект поставки
83050A	От 2 до 50 ГГц	6 на 26,5 ГГц 10 на 50 ГГц	20 на 40 ГГц 17 на 50 ГГц	15 на 40 ГГц 13 на 50 ГГц	21	2,1	50	+12 В при 830 мА -12 В при 50 мА	2,4 мм (розетка)	87421A или 87422A
N4985A -P25	От 2 до 50 ГГц	12 на 50 ГГц	25 на 26,5 ГГц 20 на 50 ГГц	23 на 26,5 ГГц 17 на 50 ГГц	22 на 50 ГГц	3,01	50	Источник питания переменного тока включён в комплект поставки	2,4 мм (розетка)	Включён в комплект поставки
83051A	От 0,045 до 50 ГГц	12 на 2 ГГц 6 на 26,5 ГГц 10 на 50 ГГц	12 на 45 ГГц 10 на 50 ГГц	8 на 45 ГГц 6 на 50 ГГц	23	2,2	50	+12 В при 425 мА -12 В при 50 мА	2,4 мм (розетка)	87421A или 87422A

1. Опция OA3 доступна для настройки оптических приложений.
 2. Опция OA5 доступна для настройки оптических приложений.
 3. 83017A, 83018A и 83020A включают внутренние направленные детекторы с выходными соединителями BNC (розетка) для приложений, использующих внешнее регулирование выходного уровня мощности.
- Более подробная информация приведена на сайте компании Keysight: www.Keysight.com/find/amp

Примеры применения

Добавление предусилителей к измерительной системе, как показано на рисунке 2, может повысить чувствительность и уменьшить минимальный уровень шума при измерении сигналов низкого уровня. При добавлении предусилителя к системе измерения коэффициента шума можно также уменьшить коэффициент шума всей системы. Преобладающее влияние на коэффициент шума системы оказывает коэффициент шума предусилителя. Если коэффициент усиления предусилителя в системах с одним предусилителем больше или равен коэффициенту шума анализатора спектра, коэффициент шума системы приблизительно равен коэффициенту шума предусилителя.



Рисунок 1. Установка для измерения сигналов низкого уровня

Анализатор сигналов Keysight серии X

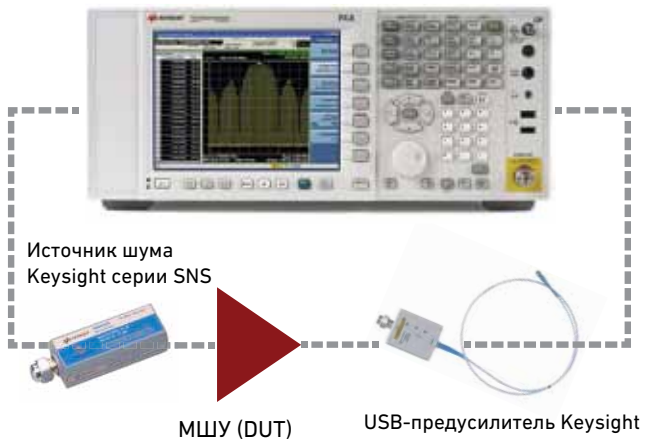


Рисунок 2. Установка, включающая предусилитель и анализатор спектра

Системные усилители

Небольшие размеры СВЧ-усилителей компании Keysight Technologies делает их идеальными устройствами для использования в автоматизированных измерительных системах и настольных приложениях и позволяют поместить усиленную мощность там, где это необходимо.

Повышение выходной мощности источника

Повышайте выходную мощность источников СВЧ-сигналов для расширения динамического диапазона измерительной системы. Возбуждайте устройства с высоким уровнем входной мощности, такие как лампы бегущей волны, смесители, усилители мощности или оптические модуляторы. Переводите тестируемые устройства (ТУ) в режим компрессии для определения их параметров.

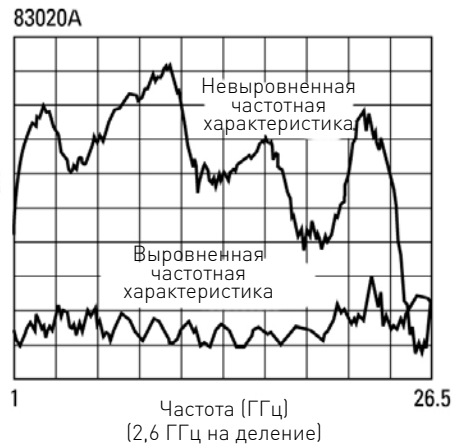
Восстановление систематических потерь

Системные СВЧ-усилители помогают решить проблемы, связанные с потерей мощности в соединителях, кабелях, коммутаторах и компонентах маршрутизации сигналов, которые потребляют значительную часть мощности источника. Длинные тракты передачи, характерные для антенных приложений, являются особенно чувствительными к таким потерям.

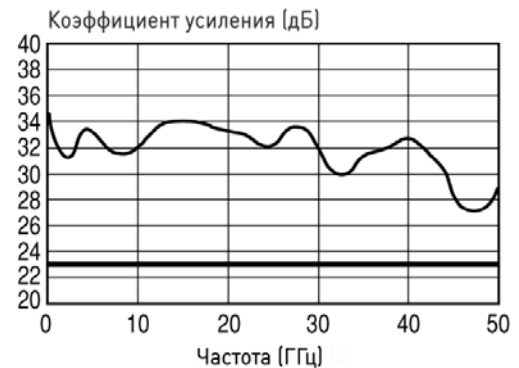
Регулирование выходной мощности источника

Используя обратную связь с входом ALC (автоматическая регулировка уровня мощности) внешнего источника сигналов, разработчики систем могут выровнять частотную характеристику выходной мощности на измерительном порте, компенсируя эффекты отражений и потерь в результате свипирования (качания) частоты. Просто подайте сигнал с выхода направленного детектора на входной соединитель ALC внешнего источника сигналов. На рисунках справа приведены типовые результаты.

Усилители 83017A, 83018A и 83020A имеют внутренний направленный детектор для обеспечения обратной связи. Для выравнивания частотной характеристики выходной мощности усилителя 83006A используйте направленный детектор 83036C с диапазоном частот от 0,01 до 26,5 ГГц или направленный ответитель 87300C с диапазоном частот от 1 до 26,5 ГГц с детектором 8474C.



Максимальная выходная мощности усилителя 83020A



Коэффициент усиления усилителя 83051A

Повышение качества измерений

Предусилители 83006A, 83017A и 83051A повышают чувствительность анализаторов спектра. Добавляйте предусилители в системы измерения коэффициента шума с целью значительного снижения характеристик коэффициента шума системы. В таблице, приведённой ниже, показаны типовые показатели улучшения коэффициента шума системы, достигаемые с помощью этих усилителей. Заметим, что доминирующую роль в снижении коэффициента шума системы занимает коэффициент шума предусилителя. Подробнее см. брошюру "Noise Figure Measurement Accuracy - The Y-Factor Method Application Note 57-2" (Точность измерения коэффициента шума - метод Y-фактора. Рекомендации по применению 57-2), номер публикации 5952-3706E.

Настольный блок усиления

При решении задач разработки СВЧ-устройств часто требуется использовать усилители для измерения выходных характеристик низкого уровня, увеличения динамического диапазона системы, проведения тестов в режиме насыщения или повышения уровня мощности. Семейство системных усилителей компании Keysight характеризуется малыми размерами и предлагает готовые к немедленному использованию технические решения для инженеров, занимающихся разработкой, производством или тестированием СВЧ-устройств.

Измерение параметров импульсов

Быстрое время нарастания и многооктавный диапазон частот позволяют использовать эти усилители для измерений параметров коротких импульсов. За счёт значений частоты среза 0,01, 0,5 и 2 ГГц их целесообразно использовать для измерения параметров ВЧ- и импульсных сигналов с малой продолжительностью.

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



До



После

Типовые показатели улучшения коэффициента шума системы

Модель усилителя	Диапазоны частот (ГГц)	Макс. коэффициент шума (NF) (дБ)	Мин. коэффициент усиления (дБ)	Коэффициент шума системы (F _{sys}) без предусилителя (дБ)						
				13	15	18	20	23	25	30
83006A	0.01-0.2	13	20	—	13.1	13.1	13.2	13.4	13.6	14.8
	0.2-18	8		8.1	8.2	8.4	8.6	9.2	9.8	12.1
	18-26.5	13		—	13.1	13.1	13.2	13.4	13.6	14.8
83017A	0.5-18	8	25	8.0	8.1	8.1	8.2	8.4	8.6	9.8
	18-26.5	13		—	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.6
83018A	1-2	10	23	10.0	10.1	10.1	10.2	10.4	10.6	11.8
	2-20	10		10.0	10.0	10.1	10.1	10.2	10.3	10.8
	20-26.5	13		—	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	14.0
83020A	1-20	10	30	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.4
	20-26.5	13		—	13.0	13.1	13.1	13.1	13.1	13.4
83050A	2-26.5	6	21	6.1	6.2	6.3	6.5	7.0	7.5	9.5
	26.5-50	10		10.0	10.1	10.1	10.2	10.4	10.6	11.8
83051A	0.045-2	12	23	12.0	12.0	12.1	12.1	12.3	12.4	13.2
	2-26.5	6		6.1	6.2	6.3	6.5	7.0	7.5	9.5
	26.5-50	10		10.0	10.1	10.1	10.2	10.4	10.6	11.8

Источник питания

Обладая превосходными характеристиками коэффициента шума в сочетании с широким диапазоном частот и высоким коэффициентом усиления, системные усилители компании Keysight значительно улучшают характеристики коэффициента шума и динамического диапазона системы. Эти усилители оснащены низкопрофильным радиатором, встроенным монтажным кронштейном и 2-метровым кабелем источника питания постоянного тока. Тепловой дизайн и конструкция источника питания позволяют быстро и легко интегрировать их в большинство измерительных систем.

Усилители 83006/017/018/020 /050 /051A компании Keysight поставляются с 2-метровым кабелем питания, который имеет соединитель на одном конце и незамонтированные концы проводников - на другом. Этот кабель питания можно использовать для соединения с источником питания пользователя. Кроме того, для построения законченных решений компания Keysight предлагает источники питания 87421 /422A,

которые можно разместить на некотором расстоянии от усилителей. Источник питания 87421A содержит в комплекте поставки один 2-метровый кабель (87422A - два 2-метровых кабеля) для прямого подключения к усилителю компании Keysight, как показано в таблице перекрёстных ссылок кабелей источников питания, приведённой ниже.

Системные усилители N4985A - серия высокоэффективных широкополосных усилителей с превосходными характеристиками выходной мощности и коэффициента усиления в диапазоне частот от 0,00001 до 50 ГГц. Конструкция усилителей позволяет легко их использовать для применения как в лабораторных условиях, так и для задач тестирования в условиях производства. Они имеют встроенное охлаждение и выходы детектора мощности с температурной стабилизацией, и являются полностью автономными за счёт источника питания переменного тока, включённого в комплект поставки.

Таблица перекрёстных ссылок кабелей источников питания¹

Модель	Кодовый номер кабеля ² (поставляется с усилителем)	Рекомендуемый источник питания	Кодовый номер кабеля ³ (поставляется с источником питания)
83006A	83006-60004	87421A	83006-60005
83017A	83006-60004	87421A	83006-60005
83018A	83006-60004	87421A	83006-60005
83050A	83006-60004	87421A	83006-60005
83051A	83006-60004	87421A	83006-60005
87415A	83006-60004	87421A	83006-60005
83020A	83020-60004	87422A ²	87422-60001 83006-60005
87405B	Встроенный кабель	Анализатор спектра	
87405C ⁴			
87405C-101	87405-20006	E3631A	Поставляется без кабеля
87405C-102	87405-20007	Анализатор спектра	Поставляется без кабеля
87405C-103	87405-20010	87422A	87422-60001 83006-60005

1. См. схематические чертежи для различных типов соединителей.
2. Для использования с доступным источником питания.
3. Для использования с источником питания - обеспечивает прямое соединение источника питания и усилителя.
4. Следует заказать одну из опций кабеля.

Технические характеристики источников питания

Модель	Входное напряжение переменного тока	Выходное напряжение постоянного тока (ном.)	Выходная мощность	Габаритные размеры (В x Ш x Г)
87421A	От 100 до 240 В переменного тока 50/60 Гц	+12 В при 2,0 А; -12 В при 200 мА	25 Вт макс.	57 x 114 x 176 мм 2,3 x 4,5 x 6,9 дюймов
87422A ¹	От 100 до 240 В переменного тока 50/60 Гц	+15 В при 3,3 А; -15 В при 50 мА +12 В при 2,0 А; -12 В при 200 мА	70 Вт макс.	86 x 202 x 276 мм 3,4 x 8,0 x 10,9 дюймов

1. Выход ± 15 В предназначен для питания усилителя 83020A компании Keysight; выход ± 12 В может использоваться для питания дополнительного усилителя.

Механические характеристики

Масса без упаковки	
Модель	Масса без упаковки
83006A	0,64 кг (1,4 фунта)
83017A	0,64 кг (1,4 фунта)
83050A	0,64 кг (1,4 фунта)
83051A	0,64 кг (1,4 фунта)
83018A	1,8 кг (4 фунта)
83020A	3,9 кг (8,5 фунта)
87415A	0,64 кг (1,4 фунта)
87405B	0,23 кг (0,5 фунта)
87405C	0,22 кг (0,485 фунта)

Информация для заказа

Модель	Примечания
87405B	Предусилитель, от 0,01 до 4 ГГц, коэффициент усиления 22 дБ, соединители: тип N (вилка) - тип N (розетка)
87405B-001	Соединитель питания пробника - три вилки banana (однополюсная вилка с боковыми пружинящими накладками)
87405C	Предусилитель, от 0,1 до 18 ГГц, соединители: тип N (вилка) - тип N (розетка)
87405C-101	Кабельная сборка – кабель питания с тремя вилками banana (однополюсная вилка с боковыми пружинящими накладками).
87405C-102	Кабельная сборка – кабель питания для подключения к порту питания пробника прибора
87405C-103	Кабельная сборка – кабель питания с 15-контактным соединителем DSUB
87415A	Системный усилитель, от 2 до 8 ГГц
83006A	Усилитель, от 0,01 до 26,5 ГГц, коэффициент усиления 20 дБ
83017A	Усилитель, от 0,5 до 26,5 ГГц; коэффициент усиления 25 дБ
83018A	Микроволновой системный усилитель, от 2 до 26 ГГц, 22 дБм
83020A	Усилитель мощности; от 2 до 26,5 ГГц, коэффициент усиления 27 дБ
83050A	Усилитель; от 2 до 50 ГГц, 20 дБм на 40 ГГц
83051A	Предусилитель; от 0,045 до 50 ГГц, коэффициент усиления 23 дБ
N4985A	Системные усилители
N4985A-P15	От 10 МГц до 50 ГГц
N4985A-P25	От 2 до 50 ГГц
N4985A-S30	От 100 кГц до 30 ГГц
N4985A-S50	От 100 кГц до 50 ГГц
N4985A-OA3	Настройка оптических приложений для опции S30
N4985A-OA5	Настройка оптических приложений для опции S50

Сопутствующая литература

Предусилители

87405B (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5988-8452EN.pdf>)
87405C (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5989-5743EN.pdf>)
N4985A-S30 (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5991-0713EN.pdf>)
N4985A-S50 (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5991-0713EN.pdf>)

Системные усилители

87415A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5091-1358E.pdf>)
83006A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)
83017A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)
83018A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)
83020A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)
N4985A-P15 (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5991-0713EN.pdf>)
83050A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)
N4985A-P25 (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5991-0713EN.pdf>)
83051A (<http://cp.literature.Keysight.com/litweb/pdf/5963-5110E.pdf>)

Для получения более подробной информации об усилителях компании Keysight и информации по заказу см. брошюру “Keysight RF and Microwave Amplifiers” (ВЧ- и СВЧ-усилители компании Keysight), номер публикации 5989-6949EN

Для заказа бесплатного каталога по тестовым принадлежностям ВЧ- и СВЧ-диапазона компании Keysight редакции 2012/13 года обращайтесь на сайт компании по ссылке:

www.keysight.com/find/mtacatalog

