

Основная модель цифрового мультиметра с наилучшей функциональностью и стоимостью

Модель 2000: цифровой 6½-разрядный мультиметр



Цифровой 6½-разрядный мультиметр модели 2000 – это быстрый, точный и высокостабильный прибор, простой в эксплуатации и доступный по стоимости. В нем сочетаются широкие диапазоны и высокая точность измерений. Модель 2000 позволяет измерять постоянное напряжение от 100 нВ до 1 кВ (с основной погрешностью 0,002% за 90 дней) и сопротивление на постоянном токе от 100 мкОм до 100 МОм (с основной погрешностью 0,008% за 90 дней).

Модель 2000 обеспечивает высокую скорость измерений при любом разрешении. При разрешении 6½ разрядов прибор передает 50 отсчетов в секунду через шину IEEE-488, при разрешении 4½ разряда он способен считывать до 2000 отсчетов в секунду во внутренний буфер емкостью 1024 отсчетов. Это делает его великолепным средством измерения для задач, критичным к производительности. Модель 2000 оснащена 13 встроенными измерительными функциями, включая измерения постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного тока, двухпроводные и четырехпроводные измерения сопротивлений, проверку целостности цепей и тестирование диодов.

- 13 измерительных функций.
- 2000 отсчетов в секунду при разрешении 4½ разряда.
- Платы мультиплексоров (заказываются дополнительно) для многоканальных измерений.
- Интерфейсы IEEE-488 и RS-232.
- Набор команд Fluke 8840/42.

Принадлежности, входящие в комплект поставки:

инструкция по эксплуатации;

измерительный кабель с изолированными зажимами модели 1751.

Расширенные измерительные возможности и высокая точность для сложных задач

Модели 2001 и 2002: высококачественные цифровые мультиметры

Цифровые 7½-разрядные мультиметры модели 2001 и 8½-разрядные мультиметры модели 2002 имеют технические характеристики, обычно присущие значительно более дорогим приборам, и обеспечивают большое разнообразие измерительных функций, которые обычно отсутствуют у цифровых мультиметров. Высокое разрешение этих приборов обеспечивает широкий динамический диапазон, позволяющий измерять напряжения от 1 мкВ до 20 В в одном диапазоне. В тех задачах, в которых важное значение имеют высокая производительность и универсальность, модели 2001 и 2002 обеспечивают скорость измерений более 2000 отсчетов в секунду при разрешении 4½ разряда. При разрешении 7½ разрядов модель 2002 обеспечивает номинальную точность на скорости до 44 измерений в секунду при измерении постоянных напряжений и сопротивлений. В модели 2002 для 4-проводных измерений сопротивлений используется уникальный однофазный метод, что позволяет проводить измерения в два раза быстрее при данной частоте питающей сети. Данный метод также устраняет ошибки, вызванные непостоянством сопротивления измерительной цепи, возникающим при использовании быстрых манипуляторов компонентов. Кроме того, встроенная цепь обнаружения обрыва измерительной цепи устраняет многие проблемы, возникающие в процессе тестирования изделий в условиях производства. Патентованная схема измерительной цепи делает измерения переменных сигналов с помощью моделей 2001 и 2002 в несколько раз более точными, чем измерения с помощью аналоговых цифровых мультиметров других производителей (погрешность менее 0,1% вплоть до частоты 1 Гц).



- Истинное разрешение 7½ (модель 2001) или 8½ (модель 2002) разрядов.
- Исключительная достоверность результатов при высокой скорости измерений.
- Широкий выбор встроенных измерительных функций.
- Платы 10-канальных мультиплексоров (приобретаются дополнительно).
- Совместимость с IEEE-488.2 и SCPI.
- Модель 2002 может работать в режиме эмуляции HP 3458A.

Принадлежности, входящие в комплект поставки:

высококачественные измерительные кабели модели 8605;

руководство по эксплуатации;

крышка отсека для платы мультиплексора;

полный набор калибровочных данных.

Технические характеристики модели 2000

ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ СИГНАЛОВ

УСЛОВИЯ: средняя скорость измерений (соответствует Rate=1 PLC)¹ или медленная скорость измерений (Rate=10 PLC) или средняя скорость измерений (Rate=1 PLC) с 10-точечным фильтром

ПОГРЕШНОСТЬ: $\pm(\text{ppm от показаний} + \text{ppm от диапазона})$ (1 ppm = 0,0001%)

ФУНКЦИЯ	ДИАПАЗОН	РАЗРЕШЕНИЕ	ЗОНДИРУЮЩИЙ ТОК ИЛИ ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ($\pm 5\%$)	ВХОДНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ	24 ЧАС ¹⁴ 23 °C $\pm$ 1 °C	90 ДНЕЙ 23 °C $\pm$ 5 °C	1 ГОД 23 °C $\pm$ 5 °C	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ 0–18 °C и 28 °C – 50 °C
НАПРЯЖЕНИЕ	100,0000 мВ	0,1 мкВ		> 10 ГОм	30 + 30	40 + 35	50 + 35	2 + 6
	1,000000 В	1,0 мкВ		> 10 ГОм	15 + 6	25 + 7	30 + 7	2 + 1
	10,00000 В	10 мкВ		> 10 ГОм	15 + 4	20 + 5	30 + 5	2 + 1
	100,0000 В	100 мкВ		10 МОм $\pm 1\%$	15 + 6	30 + 6	45 + 6	5 + 1
	1000,000 В ⁹	1 мВ		10 МОм $\pm 1\%$	20 + 6	35 + 6	45 + 6	5 + 1
СОПРОТИВЛЕНИЕ ¹⁵	100,0000 Ом	100 мкОм	1 мА		30 + 30	80 + 40	100 + 40	8 + 6
	1,000000 кОм	1 мОм	1 мА		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	10,00000 кОм	10 мОм	100 мкА		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	100,0000 кОм	100 мОм	10 мкА		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	1,000000 МОм ¹⁶	1 Ом	10 мкА		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	10,00000 МОм ^{11, 16}	10 Ом	700 нА (10 МОм)		150 + 6	200 + 10	400 + 10	95 + 1
	100,0000 МОм ^{11, 16}	100 Ом	700 нА (10 МОм)		800 + 30	1500 + 30	1500 + 30	900 + 1
ТОК	10,00000 мА	10 нА	< 0,15 В		60 + 30	300 + 80	500 + 80	50 + 5
	100,0000 мА	100 нА	< 0,03 В		100 + 300	300 + 800	500 + 800	50 + 50
	1 А	1 мкА	< 0,3 В		200 + 30	500 + 80	800 + 80	50 + 5
	3,00000 А	10 мкА	< 1 В		1000 + 15	1200 + 40	1200 + 40	50 + 5
ЦЕЛОСТНОСТЬ ЦЕПЕЙ (2-ПРОВОД.)	1 кОм	100 мОм	1 мА		40 + 100	100 + 100	120 + 100	8 + 1
ТЕСТИРОВАНИЕ ДИОДОВ	3,00000 В	10 мкВ	1 мА		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1
	10,00000 В	10 мкВ	100 мкА		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1
	10,00000 В	10 мкВ	10 мкА		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОСТОЯННЫХ СИГНАЛОВ²

ФУНКЦИЯ	КОЛ-ВО РАЗРЯДОВ	ОТСЧЕТОВ/с	PLC ⁸
Постоянное напряжение (все диапазоны), постоянный ток (все диапазоны) и измерение сопротивлений (диапазон < 10 МОм)	6½ ^{3,4}	5	10
	6½ ^{3,7}	30	1
	6½ ^{3,5}	50	1
	5½ ^{3,5}	270	0,1
	5½ ⁵	500	0,1
	5½ ⁵	1000	0,04
	4½ ⁵	2000	0,01

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОСТОЯННЫХ СИГНАЛОВ^{2, 6}

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ⁷: 50/с.

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ³: 45/с.

ВРЕМЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫБОРА ДИАПАЗОНА³, 10: < 30 мс.

ПЕРЕДАЧА ОТСЧЕТОВ В КОДАХ ASCII ЧЕРЕЗ RS-232 (19 200 бод) 55/с.

МАКС. ЧАСТОТА ВНУТРЕННЕГО ЗАПУСКА: 2000/с.

МАКС. ЧАСТОТА ВНЕШНЕГО ЗАПУСКА: 400/с.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОСТОЯННЫХ СИГНАЛОВ

ЛИНЕЙНОСТЬ В ДИАПАЗОНЕ 10 В ПОСТ.: $\pm(1 \text{ ppm от показаний} + 2 \text{ ppm от диапазона})$.

ЗАЩИТА ВХОДА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ, ЦЕЛОСТНОСТИ ЦЕПЕЙ И ТЕСТИРОВАНИИ ДИОДОВ: 1000 В во всех диапазонах.

МАКС. СОПРОТИВЛЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ПРОВОДОВ ПРИ 4-ПРОВОДНОЙ СХЕМЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ: 10% от диапазона для каждого провода в диапазонах 100 Ом и 1 кОм; 1 кОм для каждого проводника во всех остальных диапазонах.

ЗАЩИТА ВХОДА ПО ПОСТОЯННОМУ ТОКУ: предохранитель 3 А, 250 В.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ШУНТА: 0,1 Ом в диапазонах 3 А, 1 А и 100 мА. 10 Ом в диапазоне 10 мА.

Порог при проверке целостности цепей: регулируемый от 1 Ом до 1000 Ом.

ПОГРЕШНОСТЬ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ НУЛЯ: дополнительно $\pm(2 \text{ ppm диапазона} + 5 \text{ мкВ})$ для < 10 минут и изменении температуры $\pm 1^\circ\text{C}$.

ВЫХОД ЗА ПРЕДЕЛЫ ДИАПАЗОНА: 120% от диапазона, кроме диапазонов 1000 В, 3 А и тестирования диодов.

СКОРОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДАВЛЕНИЕ ШУМОВ

Rate (период дискретизации)	ОТСЧЕТОВ/с	КОЛ-ВО РАЗРЯДОВ	СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ШУМА В ДИАПАЗОНЕ 10 В	NMRR ¹²	CMRR ¹³
10 PLC	5	6½	< 1,5 мкВ	60 дБ	140 дБ
1 PLC	50	6½	< 4 мкВ	60 дБ	140 дБ
0,1 PLC	500	5½	< 22 мкВ	—	80 дБ
0,01 PLC	2000	4½	< 150 мкВ	—	80 дБ

ПРИМЕЧАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ПОСТОЯННЫХ СИГНАЛОВ

- Прибавить следующее значение к погрешности (ppm от диапазона): 1 В и 100 В – 2 ppm; 100 мВ – 15 ppm; 100 Ом – 15 ppm; от 1 кОм до < 1 МОм – 2 ppm; 10 мА и 1 А – 10 ppm; 100 мА – 40 ppm.
- Скорости указаны для работы в сети 60 Гц при заводских установках по умолчанию ("RST"): автоматический выбор диапазона выкл., отображение на дисплее выкл., задержка запуска = 0.
- Скорости учитывают время измерения и передачи двоичных данных через интерфейс GPIB.
- Автоматическая коррекция нуля выкл.
- Число отсчетов = 1024, автоматическая коррекция нуля выкл.
- Автоматическая коррекция нуля выкл., NPLC = 0,01.
- Измерение сопротивлений со скоростью 24 отсчета в секунду.
- 1 PLC = 16,67 мс при 60 Гц, 20 мс при 50 Гц/400 Гц. Частота определяется автоматически при включении электропитания.
- Для уровней сигнала > 500 В следует прибавить погрешность 0,02 ppm/В для доли сигнала, превышающей 500 В.
- При измерении сопротивлений следует прибавить 12 мс.
- Сопротивление проводников, подключенных ко входам высокого и низкого потенциала, должно быть в пределах 10%.
- Для колебаний частоты питающей сети $\pm 0,1\%$.
- Для несбалансированного сопротивления 1 кОм в проводе низкого потенциала.
- Относительно погрешности, указанной при калибровке.
- Технические характеристики для 4-проводных измерений сопротивлений. Для 2-проводных измерений сопротивлений следует прибавить дополнительную погрешность 1 Ом.
- Для входов на задней панели следует прибавить следующие значения к погрешности температурного коэффициента «ppm от показаний»: 10 МОм – 95 ppm, 100 МОм – 900 ppm. Условия эксплуатации: диапазон рабочих температур от 0 до 50 °C, отн. влажность 50% при 35 °C.

Технические характеристики модели 2000 (продолжение)

Технические характеристики при измерении переменного напряжения и тока (истинные среднеквадратические значения)

ДИАПАЗОН НАПРЯЖЕНИЯ	РАЗРЕШЕНИЕ	ПЕРИОДИЧНОСТЬ КАЛИБРОВКИ	ПОГРЕШНОСТЬ ¹ : ± (% от показаний + % от диапазона), 23 °C ± 5 °C				
			3 Гц – 10 Гц ¹⁰	10 Гц – 20 кГц	20 кГц – 50 кГц	50 кГц – 100 кГц	100 кГц – 300 кГц
100,0000 мВ	0,1 мкВ	90 дней	0,35 + 0,03	0,05 + 0,03	0,11 + 0,05	0,60 + 0,08	4 + 0,5
1,000000 В	1,0 мкВ						
10,00000 В	10 мкВ						
100,0000 В	100 мкВ	1 год	0,35 + 0,03	0,06 + 0,03	0,12 + 0,05	0,60 + 0,08	4 + 0,5
750,000 В	1 мВ						
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ /°C ⁸			0,035 + 0,003	0,005 + 0,003	0,006 + 0,005	0,01 + 0,006	0,03 + 0,01
ДИАПАЗОН ТОКА	РАЗРЕШЕНИЕ	ПЕРИОДИЧНОСТЬ КАЛИБРОВКИ	3 Гц – 10 Гц	10 Гц – 3 кГц	3 кГц – 5 кГц		
1,000000 А	1 мкА	90 дней/1 год	0,30 + 0,04	0,10 + 0,04	0,14 + 0,04		
3,00000 А ⁹	10 мкА	90 дней/1 год	0,35 + 0,06	0,15 + 0,06	0,18 + 0,06		
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ /°C ⁸			0,035 + 0,006	0,015 + 0,006	0,015 + 0,006		

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ПРИ ВЫСОКОМ ПИК-ФАКТОРЕ, ±(% ОТ ПОКАЗАНИЙ)⁷

ПИК-ФАКТОР:	1–2	2–3	3–4	4–5
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ:	0,05	0,15	0,30	0,40

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ПЕРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ²

ФУНКЦИЯ	КОЛ-ВО РАЗРЯДОВ	ОТСЧЕТОВ/с	СКОРОСТЬ	ПОЛОСА ЧАСТОТ
Переменное напряжение (все диапазоны) и переменный ток (все диапазоны)	6½ ³	2 с/отсчет	МЕДЛЕННО	3 Гц – 300 кГц
	6½ ²	1,4	УМЕРЕННО	30 Гц – 300 кГц
	6½ ³	2,2	УМЕРЕННО	30 Гц – 300 кГц
	6½ ²		БЫСТРО	300 Гц – 300 кГц
	6½ ³	35	БЫСТРО	300 Гц – 300 кГц

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ НА НИЗКИХ ЧАСТОТАХ, ± (% ОТ ПОКАЗАНИЙ)

	СКОРОСТЬ СЧИТЫВАНИЯ (Rate)		
	SLOW (медленная)	MED (средняя)	FASTi (быстрая)
20 Гц – 30 Гц	0	0,3	–
30 Гц – 50 Гц	0	0	–
50 Гц – 100 Гц	0	0	1,0
100 Гц – 200 Гц	0	0	0,18
200 Гц – 300 Гц	0	0	0,10
> 300 Гц	0	0	0

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПЕРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ^{2,5}

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ФУНКЦИИ/ДИАПАЗОНА⁴: 4/с.

ВРЕМЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫБОРА ДИАПАЗОНА: < 3 с.

ПЕРЕДАЧА ОТСЧЕТОВ В КОДАХ ASCII ЧЕРЕЗ RS-232 (19,2 кбод)⁴: 50/с.

МАКС. ЧАСТОТА ВНУТРЕННЕГО ЗАПУСКА⁴: 300/с.

МАКС. ЧАСТОТА ВНЕШНЕГО ЗАПУСКА⁴: 300/с.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПЕРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ

ВХОДНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ: 1 МОм ± 2%, параллельная емкость < 100 пФ.

ЗАЩИТА ВХОДА ОТ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ: 1000 В (пик.)

МАКСИМАЛЬНОЕ ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ: 400 В на любом диапазоне измерения переменного напряжения.

ЗАЩИТА ВХОДА ПО ПЕРЕМЕННОМУ ТОКУ: предохранитель 3 А, 250 В.

ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ: диапазон 1 А – < 0,3 В (среднеквадратич. значение), диапазон 3 А – < 1 В (среднеквадратич. значение).

СОПРОТИВЛЕНИЕ ШУНТА: 0,1 Ом на всех диапазонах измерения переменного тока.

SMRR ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА: > 70 дБ (с сопротивлением 1 кОм в проводе низкого потенциала).

МАКСИМАЛЬНЫЙ ПИК-ФАКТОР: 5 для полной шкалы.

ПРОИЗВЕДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЧАСТОТУ: ≤ 8 × 10⁷ В·Гц

ВЫХОД ЗА ПРЕДЕЛЫ ДИАПАЗОНА: 120% от диапазона, кроме диапазонов 750 В и 3 А.

ПРИМЕЧАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ПЕРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ

1. Технические параметры для МЕДЛЕННОЙ скорости (Rate=Slow) и синусоидального входного сигнала амплитудой > 5% от диапазона.
2. Скорости указаны для работы в сети 60 Гц при заводских установках по умолчанию (*RST): автоматическая коррекция нуля выкл., автоматический выбор диапазона выкл., отображение на дисплее выкл., учитывает время измерений и передачу двоичных данных через GPIB.
3. 0,01% от ошибки задания шага. Задержка запуска 400 мс.
4. Задержка запуска = 0.
5. DETector: BANDwidth = 300, NPLC = 0,01.
6. Максимальное используемая задержка запуска 175 мс.
7. Применимо к несинусоидальным сигналам > 5 Гц и < 500 Гц (гарантируется для пик-фактора > 4,3).
8. Применимо при 0 – 18 °C и 28 °C – 50 °C
9. Для уровней сигналов > 2,2 А следует прибавить дополнительно 0,4% к погрешности «от показаний».
10. Типовые неопределенности измерений. Типовые значения означают, что 95% (станд. отклонение «два сигма») изготовленных приборов покажут результаты < 0,35% от показаний и 99,7% (станд. отклонение «три сигма») покажут результаты < 1,06% от показаний.

ЗАПУСК И ПАМЯТЬ

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ УДЕРЖАНИЯ ПОКАЗАНИЙ: 0,01%, 0,1%, 1% или 10% показаний.

ЗАДЕРЖКА ЗАПУСКА: от 0 до 99 часов (шаг 1 мс).

ЗАДЕРЖКА ВНЕШНЕГО ЗАПУСКА: 200 мкс + джиттер < 300 мкс при выкл. автоматической коррекции нуля и задержке запуска = 0.

ПАМЯТЬ: 1024 отсчетов.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

Относительное значение, мин./макс./среднее/стандартное. отклонение (от сохраненного значения), дБ, дБм, предел измерений, % и mX + b с определяемыми пользователем отображаемыми единицами измерения.

ЭТАЛОННЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ дБм: от 1 до 9999 Ом с шагом 1 Ом.

СТАНДАРТНЫЕ ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

SCPI (стандартные команды для программируемых приборов)

Keithley 196/199

Fluke 8840A, Fluke 8842A

ВНЕШНИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

GPIO (IEEE-488.1, IEEE-488.2) и RS-232C.

ПАРАМЕТРЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЧАСТОТЕ И ПЕРИОДУ^{1, 2}

Диапазон измерения переменного напряжения	Частотный диапазон	Диапазон периодов	Время стробирования	Разрешение ±(ppm от показаний)	Погрешность 90 дней/1 год ±(% от показаний)
От 100 мВ до 750 В	от 3 Гц до 500 кГц	от 333 мс до 2 мкс	1 с (Rate=Slow)	0,3	0,01

ПРИМЕЧАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ЧАСТОТЫ

- Технические характеристики только для меандра. Входной сигнал должен иметь амплитуду > 10% от диапазона измерения переменного напряжения. При входном сигнале < 20 мВ в диапазоне 100 мВ частота должна быть > 10 Гц.
- Выход за пределы диапазона 20% для всех диапазонов, кроме диапазона 750 В.

Температурные характеристики

Термопара^{2, 3, 4}

Тип	Диапазон	Разрешение	Погрешность ¹ 90 дней/1 год, (23 °C ± 5 °C)	
			По отношению к «холодному» спаю	С использованием 2001-TCSCAN ⁵
J	от -200 °C до +760 °C	0,001 °C	±0,5 °C	±0,65 °C
K	от -200 °C до +1372 °C	0,001 °C	±0,5 °C	±0,70 °C
T	от -200 °C до +400 °C	0,001 °C	±0,5 °C	±0,68 °C

ПРИМЕЧАНИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ

- Для температур < -100 °C следует прибавить ±0,1 °C, для температур > 900 °C следует прибавить ±0,3 °C.
- Температура может отображаться в °C, К или °F.
- Погрешность на основе ITS-90.
- Без учета погрешности термопары.
- Технические характеристики справедливы для каналов 2–6. Прибавьте 0,06 °C/канал для каналов с номером 6 и более.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ: 100 В/120 В/220 В/240 В.

ЧАСТОТА ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ: 50 Гц, 60 Гц и 400 Гц, автоматически определяется при включении питания.

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ: 22 ВА.

ПРОИЗВЕДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЧАСТОТУ: ≤ 8 × 10⁷ В·Гц

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ: диапазон рабочих температур от 0 до 50 °C, отн. влажность 80% при 35 °C и высоте над уровнем моря до 2000 м.

УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ: от -40 °C до +70 °C.

БЕЗОПАСНОСТЬ: соответствует Директиве Европейского союза по низковольтному оборудованию.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: соответствует Директиве Европейского союза по электромагнитной совместимости.

ПРОГРЕВ: 1 час для достижения номинальной точности.

ВИБРАЦИЯ: M11-PRF-2800F класс 3, произвольная.

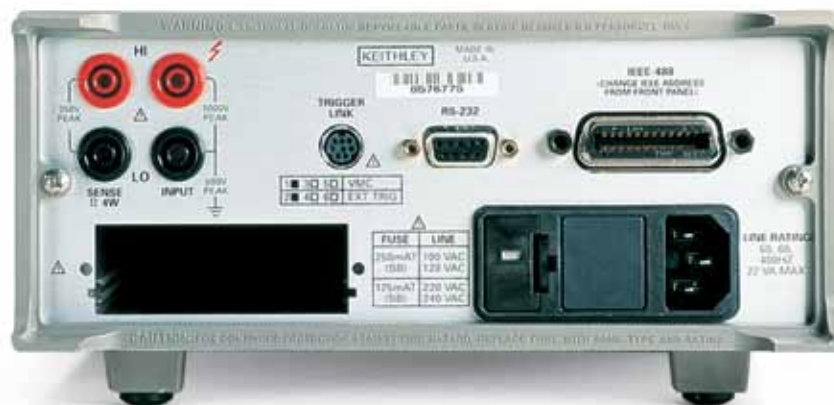
РАЗМЕРЫ

Монтаж в стойку: (высота × ширина × глубина) 89х213х370 мм (3,5 × 8,38 × 14,56 дюймов).

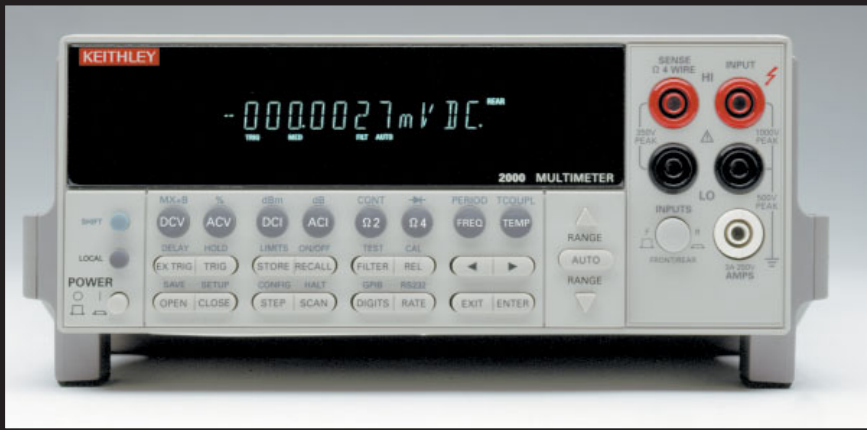
Настольная модификация (с ручкой и ножками): (высота × ширина × глубина) 104х238х370 мм.

МАССА НЕТТО: 2,9 кг.

МАССА БРУТТО: 5 кг.



Задняя панель модели 2000

2000**6½-Digit Multimeter**

- 13 built-in measurement functions
- 2000 readings/second at 4½ digits
- Optional scanner cards for multipoint measurements
- GPIB and RS-232 interfaces
- Fluke 8840/42 command set

Ordering Information**2000 6½-Digit DMM****2000/2000-SCAN
6½-Digit DMM/
Scanner Combination****Accessories Supplied****Instruction Manual and Model
1751 Safety Test Leads****ACCESSORIES AVAILABLE**

2000-SCAN	10-channel, General-Purpose Scanner Card
2001-SCAN	10-channel Scanner Card with two high-speed channels
2001-TCSCAN	9-channel, Thermocouple Scanner Card with built-in cold junction

CABLES/ADAPTERS

7007-1	Shielded IEEE-488 Cable, 1m (3.3 ft)
7007-2	Shielded IEEE-488 Cable, 2m (6.6 ft)
7009-5	RS-232 Cable

RACK MOUNT KITS

4288-1	Single Fixed Rack Mount Kit
4288-2	Dual Fixed Rack Mount Kit

GPIB INTERFACES

KPCI-488LPA	IEEE-488 Interface/Controller for the PCI Bus
KUSB-488B	IEEE-488 USB-to-GPIB Interface Adapter

SERVICES AVAILABLE

2000-SCAN-3Y-EW	1-year factory warranty extended to 3 years from date of shipment
2000-3Y-EW	1-year factory warranty extended to 3 years from date of shipment
2001-TCSCAN-3Y-EW	1-year factory warranty extended to 3 years from date of shipment
C/2000-3Y-ISO	3 (ISO-17025 accredited) calibrations within 3 years of purchase for Models 2000, 2000-SCAN*
C/2001-3Y-ISO	3 (ISO-17025 accredited) calibrations within 3 years of purchase for Model 2001-TCSCAN*

*Not available in all countries

The Model 2000 6½-Digit Multimeter is part of Keithley's family of high performance DMMs. Based on the same high speed, low noise A/D converter technology as the Model 2001 and 2002, the 2000 is a fast, accurate, and highly stable instrument that's as easy to operate as it is to afford. It combines broad measurement ranges with superior accuracy specifications — DC voltage from 100nV to 1kV (with 0.002% 90-day basic accuracy) and DC resistance from 100μΩ to 100MΩ (with 0.008% 90-day basic accuracy). Optional switch cards enable multiplexing up to 20 different input signals for multipoint measurement applications.

High Throughput

The 2000 offers exceptional measurement speed at any resolution. At 6½ digits, it delivers 50 triggered rdgs/s over the IEEE-488 bus. At 4½ digits, it can read up to 2000 rdgs/s into its internal 1024 reading buffer, making it an excellent choice for applications where throughput is critical.

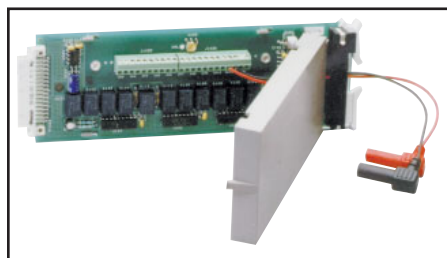
For benchtop or stand-alone applications, the 2000 has a front panel design that's simple to understand and easy to use. The 2000 has 13 built-in measurement functions, including DCV, ACV, DCI, ACI, 2WΩ, 4WΩ, temperature, frequency, period, dB, dBm, continuity measurement, and diode testing. A built-in RS-232 interface connects to a notebook or full-sized PC's serial port to take, store, process, and display measurements automatically.

1.888.KEITHLEY (U.S. only)**www.keithley.com****KEITHLEY**

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

2000

6½-Digit Multimeter



Optional Multiplexer Cards

Creating a self-contained multipoint measurement solution is as simple as plugging a scanner card into the option slot on the 2000's back panel. This approach eliminates the complexities of triggering, timing, and processing issues and helps reduce test time significantly. For applications involving more than 10 measurement points, the 2000 is compatible with Keithley's Series 7000 switch matrices and cards.

Model 2000-SCAN Scanner Card

- Ten analog input channels (2-pole)
- Configurable as 4-pole, 5-channel

Model 2001-SCAN Scanner Card

- Ten analog input channels
- Two channels of 2-pole, high-speed, solid-state switching

Model 2001-TCSCAN Thermocouple Scanner Card

- Nine analog input channels
- Built-in temperature reference for thermocouple cold-junction compensation

SCANNER OPTION 2000-SCAN

GENERAL: 10 channels of 2-pole relay input. All channels configurable to 4-pole.

CAPABILITIES: Multiplex one of ten 2-pole or one of five 4-pole signals into DMM.

INPUTS

Maximum Signal Level:

DC Signals: 110V DC, 1A switched, 30VA maximum (resistive load).

AC Signals: 125V AC rms or 175V AC peak, 100kHz maximum, 1A switched, 62.5VA maximum (resistive load).

Contact Life: >10⁵ operations at maximum signal level; >10⁸ operations cold switching.

Contact Resistance: <1Ω at end of contact life.

Actuation Time: 2.5ms maximum on/off.

Contact Potential: <±500nV typical per contact, 1μV max. <±500nV typical per contact pair, 1μV max.

Connector Type: Screw terminal, #22 AWG wire size.

Isolation Between Any Two Terminals: >10⁹Ω, <75pF.

Isolation Between Any Terminal and Earth: >10⁹Ω, <150pF.

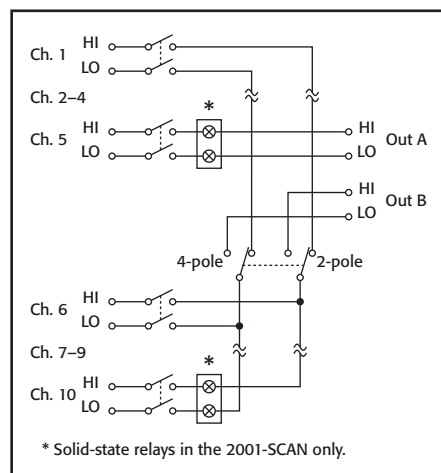
Common Mode Voltage: 350V peak between any terminal and earth.

Maximum Voltage Between Any Two Terminals: 200V peak.

Maximum Voltage Between Any Terminal and Model 2001 Input LO: 200V peak.

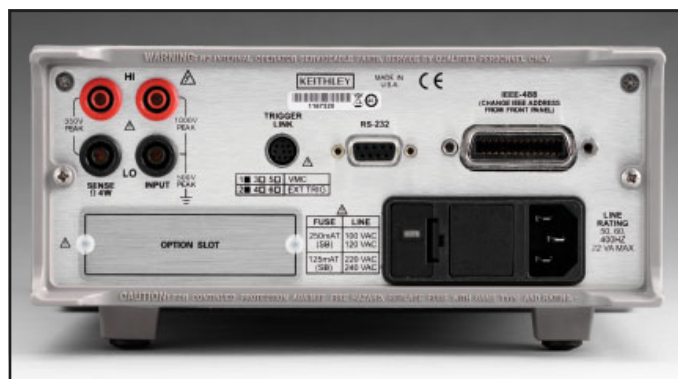
ENVIRONMENTAL: Meets all Model 2000 environmental specifications.

DIMENSIONS, WEIGHT: 21mm high × 72mm wide × 221mm deep (0.83 in. × 2.83 in. × 8.7 in.). Adds 0.4kg (10 oz.).



* Solid-state relays in the 2001-SCAN only.

Scanner Configuration for Models 2000-SCAN and 2001-SCAN



General-purpose instrument that's as easy to operate as it is to afford

DIGITAL MULTIMETERS & SYSTEMS

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com

KEITHLEY

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

2000

6¹/₂-Digit Multimeter

DC Characteristics

Conditions: MED (1 PLC)¹ or SLOW (10 PLC)
or MED (1 PLC) with filter of 10

Accuracy: $\pm(\text{ppm of reading} + \text{ppm of range})$
(ppm = parts per million)
(e.g., 10ppm = 0.001%)

Function	Range	Resolution	Test Current or Burden Voltage ($\pm 5\%$)	Input Resistance	24 Hour ¹⁴ 23°C $\pm 1^\circ$	90 Day 23°C $\pm 5^\circ$	1 Year 23°C $\pm 5^\circ$	Temperature Coefficient 0°–18°C and 28°–50°C
Voltage	100.0000 mV	0.1 μV		$> 10 \text{ G}\Omega$	30 + 30	40 + 35	50 + 35	2 + 6
	1.000000 V	1.0 μV		$> 10 \text{ G}\Omega$	15 + 6	25 + 7	30 + 7	2 + 1
	10.00000 V	10 μV		$> 10 \text{ G}\Omega$	15 + 4	20 + 5	30 + 5	2 + 1
	100.0000 V	100 μV		10 M $\Omega \pm 1\%$	15 + 6	30 + 6	45 + 6	5 + 1
	1000.000 V ⁹	1 mV		10 M $\Omega \pm 1\%$	20 + 6	35 + 6	45 + 6	5 + 1
Resistance ¹⁵	100.0000 Ω	100 $\mu\text{S}\Omega$	1 mA		30 + 30	80 + 40	100 + 40	8 + 6
	1.000000 k Ω	1 m Ω	1 mA		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	10.00000 k Ω	10 m Ω	100 μA		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	100.0000 k Ω	100 m Ω	10 μA		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	1.000000 M Ω ¹⁶	1 Ω	10 μA		20 + 6	80 + 10	100 + 10	8 + 1
	10.00000 M Ω ^{11, 16}	10 Ω	700 nA // 10M Ω		150 + 6	200 + 10	400 + 10	95 + 1
	100.0000 M Ω ^{11, 16}	100 Ω	700 nA // 10M Ω		800 + 30	1500 + 30	1500 + 30	900 + 1
Current	10.00000 mA	10 nA	$< 0.15 \text{ V}$		60 + 30	300 + 80	500 + 80	50 + 5
	100.0000 mA	100 nA	$< 0.03 \text{ V}$		100 + 300	300 + 800	500 + 800	50 + 50
	1.000000 A	1 μA	$< 0.3 \text{ V}$		200 + 30	500 + 80	800 + 80	50 + 5
	3.00000 A	10 μA	$< 1 \text{ V}$		1000 + 15	1200 + 40	1200 + 40	50 + 5
Continuity 2W	1 k Ω	100 m Ω	1 mA		40 + 100	100 + 100	120 + 100	8 + 1
Diode Test	3.00000 V	10 μV	1 mA		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1
	10.00000 V	10 μV	100 μA		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1
	10.00000 V	10 μV	10 μA		20 + 6	30 + 7	40 + 7	8 + 1

DC OPERATING CHARACTERISTICS²

Function	Digits	Readings/s	PLCs ⁸
DCV (all ranges),	6 $\frac{1}{2}$ ^{3, 4}	5	10
DCI (all ranges), and	6 $\frac{1}{2}$ ^{3, 7}	30	1
Ohms (<10M range)	6 $\frac{1}{2}$ ^{3, 5}	50	1
	5 $\frac{1}{2}$ ^{3, 5}	270	0.1
	5 $\frac{1}{2}$ ⁵	500	0.1
	5 $\frac{1}{2}$ ⁵	1000	0.04
	4 $\frac{1}{2}$ ⁵	2000	0.01

DC SYSTEM SPEEDS^{2, 6}

RANGE CHANGE³: 50/s.

FUNCTION CHANGE³: 45/s.

AUTORANGE TIME^{3, 10}: <30ms.

ASCII READINGS TO RS-232 (19.2K BAUD): 55/s.

MAX. INTERNAL TRIGGER RATE: 2000/s.

MAX. EXTERNAL TRIGGER RATE: 400/s.

DC GENERAL

LINEARITY OF 10VDC RANGE: $\pm(1\text{ppm of reading} + 2\text{ppm of range})$.

DCV, Ω , TEMPERATURE, CONTINUITY, DIODE TEST INPUT PROTECTION: 1000V, all ranges.

MAXIMUM 4W Ω LEAD RESISTANCE: 10% of range per lead for 100 Ω and 1k Ω ranges; 1k Ω per lead for all other ranges.

DC CURRENT INPUT PROTECTION: 3A, 250V fuse.

SHUNT RESISTOR: 0.1 Ω for 3A, 1A, and 100mA ranges. 10 Ω for 10mA range.

CONTINUITY THRESHOLD: Adjustable 1 Ω to 1000 Ω .

AUTOZERO OFF ERROR: Add $\pm(2\text{ppm of range error} + 5\mu\text{V})$ for <10 minutes and $\pm 1^\circ\text{C}$ change.

OVERRANGE: 120% of range except on 1000V, 3A, and diode.

SPEED AND NOISE REJECTION

Rate	Readings/s	Digits	RMS Noise 10V Range	NMRR ¹²	CMRR ¹³
10 PLC	5	6 $\frac{1}{2}$	$< 1.5 \mu\text{V}$	60 dB	140 dB
1 PLC	50	6 $\frac{1}{2}$	$< 4 \mu\text{V}$	60 dB	140 dB
0.1 PLC	500	5 $\frac{1}{2}$	$< 22 \mu\text{V}$	—	80 dB
0.01 PLC	2000	4 $\frac{1}{2}$	$< 150 \mu\text{V}$	—	80 dB

DC NOTES

- Add the following to "ppm of range" uncertainty: 1V and 100V, 2ppm; 100mV, 15ppm; 100 Ω , 15ppm; 1k Ω –<1M Ω , 2ppm; 10mA and 1A, 10ppm; 100mA, 40ppm.
- Speeds are for 60Hz operation using factory default operating conditions (*RST). Autorange off, Display off, Trigger delay = 0.
- Speeds include measurement and binary data transfer out the GPIB.
- Auto zero off.
- Sample count = 1024, auto zero off.
- Auto zero off, NPLC = 0.01.
- Ohms = 24 readings/second.
- 1 PLC = 16.67ms @ 60Hz, 20ms @ 50Hz/400Hz. The frequency is automatically determined at power up.
- For signal levels >500V, add 0.02ppm/V uncertainty for the portion exceeding 500V.
- Add 120ms for ohms.
- Must have 10% matching of lead resistance in Input HI and LO.
- For line frequency $\pm 0.1\%$.
- For 1k Ω unbalance in LO lead.
- Relative to calibration accuracy.
- Specifications are for 4-wire ohms. For 2-wire ohms, add 1 Ω additional uncertainty.
- For rear inputs, add the following to temperature coefficient "ppm of reading" uncertainty 10M Ω 95ppm, 100M Ω 900ppm. Operating environment specified for 0° to 50°C and 50% RH at 35°C.

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com

KEITHLEY

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

2000

6½-Digit Multimeter

True RMS AC Voltage and Current Characteristics

			Accuracy ¹ : ±(% of reading + % of range), 23°C ±5 °C				
Voltage Range	Resolution	Calibration Cycle	3 Hz–10 Hz ¹⁰	10 Hz–20 kHz	20 kHz–50 kHz	50 kHz–100 kHz	100 kHz–300 kHz
100.0000 mV	0.1 μV	90 Days	0.35 + 0.03	0.05 + 0.03	0.11 + 0.05	0.60 + 0.08	4 + 0.5
1.000000 V	1.0 μV						
10.00000 V	10 μV						
100.0000 V	100 μV	1 Year	0.35 + 0.03	0.06 + 0.03	0.12 + 0.05	0.60 + 0.08	4 + 0.5
750.000 V	1 mV						
Temperature Coefficient/°C ⁸			0.035 + 0.003	0.005 + 0.003	0.006 + 0.005	0.01 + 0.006	0.03 + 0.01
Current Range	Resolution	Calibration Cycle	3 Hz–10 Hz	10 Hz–3 kHz	3 kHz–5 kHz		
1.000000 A	1 μA	90 Day/1 Year	0.30 + 0.04	0.10 + 0.04	0.14 + 0.04		
3.00000 A ⁹	10 μA	90 Day/1 Year	0.35 + 0.06	0.15 + 0.06	0.18 + 0.06		
Temperature Coefficient/°C ⁸			0.035 + 0.006	0.015 + 0.006	0.015 + 0.006		

HIGH CREST FACTOR ADDITIONAL ERROR ±(% of reading)⁷

CREST FACTOR:	1–2	2–3	3–4	4–5
ADDITIONAL ERROR:	0.05	0.15	0.30	0.40

AC OPERATING CHARACTERISTICS²

Function	Digits	Readings/s	Rate	Bandwidth
ACV (all ranges), and	6½ ³	2s/reading	SLOW	3 Hz–300 kHz
ACI (all ranges)	6½ ³	1.4	MED	30 Hz–300 kHz
	6½ ⁴	4.8	MED	30 Hz–300 kHz
	6½ ³	2.2	FAST	300 Hz–300 kHz
	6½ ⁴	35	FAST	300 Hz–300 kHz

ADDITIONAL LOW FREQUENCY ERRORS ±(% of reading)

	Slow	Med	Fast
20 Hz – 30 Hz	0	0.3	—
30 Hz – 50 Hz	0	0	—
50 Hz – 100 Hz	0	0	1.0
100 Hz – 200 Hz	0	0	0.18
200 Hz – 300 Hz	0	0	0.10
> 300 Hz	0	0	0

AC SYSTEM SPEEDS^{2, 5}FUNCTION/RANGE CHANGE⁶: 4/s.

AUTORANGE TIME: <3s.

ASCII READINGS TO RS-232 (19.2K BAUD)⁴: 50/s.MAX. INTERNAL TRIGGER RATE⁴: 300/s.MAX. EXTERNAL TRIGGER RATE⁴: 300/s.

AC GENERAL

INPUT IMPEDANCE: 1MΩ ±2% paralleled by <100pF.

ACV INPUT PROTECTION: 1000Vp.

MAXIMUM DCV: 400V on any ACV range.

ACI INPUT PROTECTION: 3A, 250V fuse.

BURDEN VOLTAGE: 1A Range: <0.3V rms. 3A Range: <1V rms.

SHUNT RESISTOR: 0.1Ω on all ACI ranges.

AC CMRR: >70dB with 1kΩ in LO lead.

MAXIMUM CREST FACTOR: 5 at full scale.

VOLT HERTZ PRODUCT: ≤8 × 10⁷ V·Hz.

OVERRANGE: 120% of range except on 750V and 3A ranges.

AC NOTES

- Specifications are for SLOW rate and sinewave inputs >5% of range.
- Speeds are for 60Hz operation using factory default operating conditions (*RST). Auto zero off, Auto range off, Display off, includes measurement and binary data transfer out the GPIB.
- 0.01% of step settling error. Trigger delay = 400ms.
- Trigger delay = 0.
- DETECTOR: BANDwidth 300, NPLC = 0.01.
- Maximum useful limit with trigger delay = 175ms.
- Applies to non-sinewaves >5Hz and <500Hz (guaranteed by design for crest factors >4.3).
- Applies to 0°–18°C and 28°–50°C.
- For signal levels >2.2A, add additional 0.4% to "of reading" uncertainty.
- Typical uncertainties. Typical represents two sigma or 95% of manufactured units measure <0.35% of reading and three sigma or 99.7% measure <1.06% of reading.

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com

KEITHLEY

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

2000

6¹/₂-Digit Multimeter

Triggering and Memory

READING HOLD SENSITIVITY: 0.01%, 0.1%, 1%, or 10% of reading.

TRIGGER DELAY: 0 to 99 hrs (1ms step size).

EXTERNAL TRIGGER LATENCY: 200 μ s + <300 μ s jitter with autozero off, trigger delay = 0.

MEMORY: 1024 readings.

Math Functions

Rel, Min/Max/Average/StdDev (of stored reading), dB, dBm, Limit Test, %, and mX+b with user defined units displayed.

DBM REFERENCE RESISTANCES: 1 to 9999 Ω in 1 Ω increments.

Standard Programming Languages

SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments)

Keithley 196/199

Fluke 8840A, Fluke 8842A

Remote Interface

GPIO (IEEE-488.1, IEEE-488.2) and RS-232C.

Frequency and Period Characteristics ^{1, 2}

ACV Range	Frequency Range	Period Range	Gate Time	Resolution $\pm$ (ppm of reading)	Accuracy 90 Day/1 Year $\pm$ (% of reading)
100 mV to 750 V	3 Hz to 500 kHz	333 ms to 2 μ s	1 s (SLOW)	0.3	0.01

FREQUENCY NOTES

- Specifications are for square wave inputs only. Input signal must be >10% of ACV range. If input is <20mV on the 100mV range, then frequency must be >10Hz.
- 20% overrange on all ranges except 750V range.

Temperature Characteristics

Thermocouple ^{2, 3, 4}

Type	Range	Resolution	Accuracy ¹	
			90 Day/1 Year (23°C $\pm$ 5°C)	Using 2001-TCSCAN ⁵
J	-200 to + 760°C	0.001°C	$\pm$ 0.5°C	$\pm$ 0.65°C
K	-200 to + 1372°C	0.001°C	$\pm$ 0.5°C	$\pm$ 0.70°C
T	-200 to + 400°C	0.001°C	$\pm$ 0.5°C	$\pm$ 0.68°C

TEMPERATURE NOTES

- For temperatures <-100°C, add $\pm$ 0.1°C and >900°C add $\pm$ 0.3°C.
- Temperature can be displayed in °C, K or °F.
- Accuracy based on ITS-90.
- Exclusive of thermocouple error.
- Specifications apply to channels 2-6. Add 0.06°C/channel from channel 6.

GENERAL

POWER SUPPLY: 100V / 120V / 220V / 240V.

LINE FREQUENCY: 50Hz to 60Hz and 400Hz, automatically sensed at power-up.

POWER CONSUMPTION: 22VA.

VOLT HERTZ PRODUCT: $\leq 8 \times 10^7$ V·Hz.

OPERATING ENVIRONMENT: Specified for 0°C to 50°C. Specified to 80% R.H. at 35°C and at an altitude of up to 2000m.

STORAGE ENVIRONMENT: -40°C to 70°C.

SAFETY: Conforms to European Union Low Voltage Directive.

EMC: Conforms to European Union EMC Directive.

WARMUP: 1 hour to rated accuracy.

VIBRATION: MIL-PRF-2800F Class 3 Random.

DIMENSIONS:

Rack Mounting: 89mm high $\times$ 213mm wide $\times$ 370mm deep (3.5 in $\times$ 8.38 in $\times$ 14.56 in).

Bench Configuration (with handle and feet): 104mm high $\times$ 238mm wide $\times$ 370mm deep (4.13 in $\times$ 9.38 in $\times$ 14.56 in).

NET WEIGHT: 2.9kg (6.3 lbs).

SHIPPING WEIGHT: 5kg (11 lbs).

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

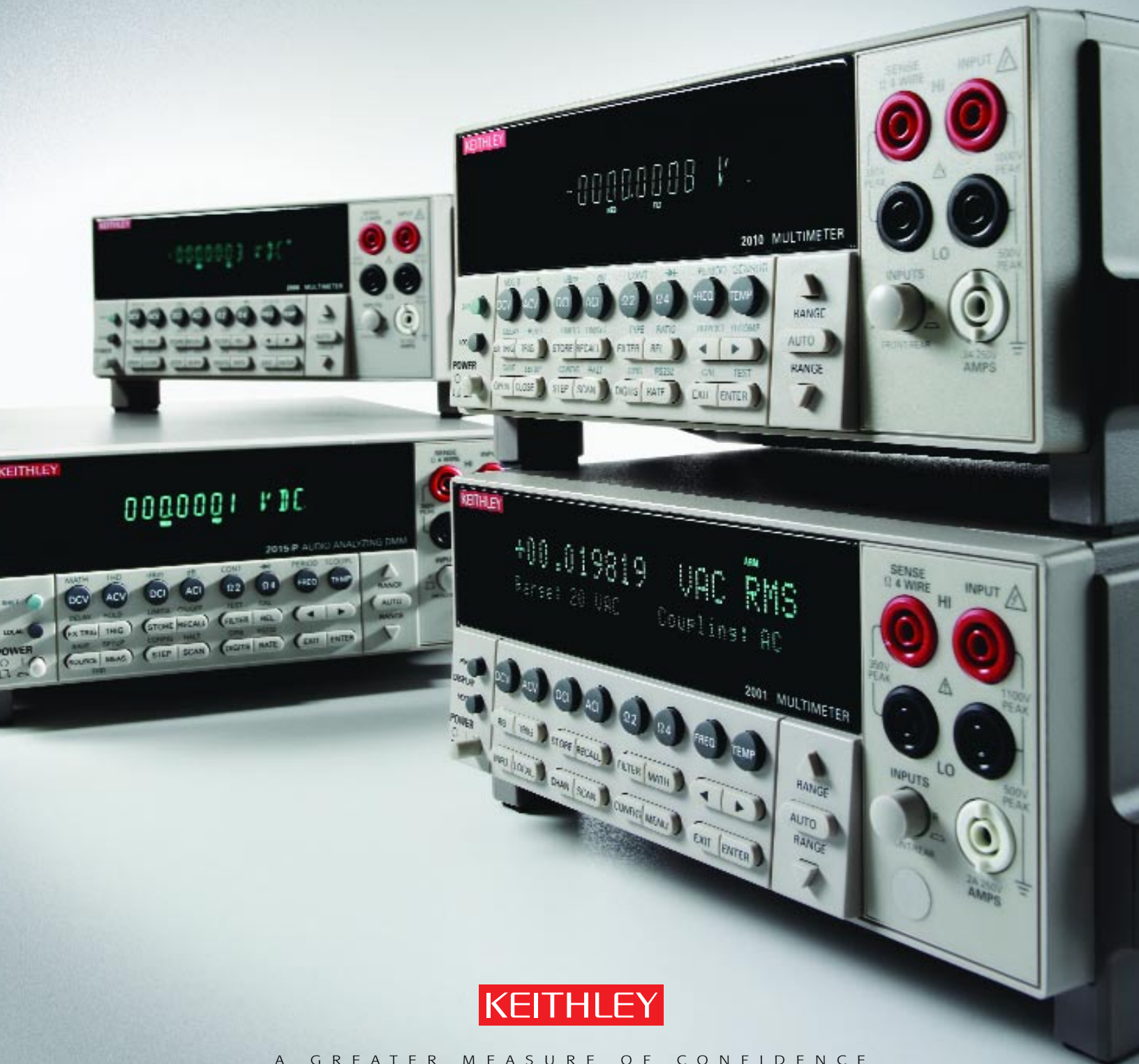
www.keithley.com

KEITHLEY

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

Precision, multi-purpose solutions for evolving test needs

Series 2000 High Performance Digital Multimeters

**KEITHLEY**

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

- A complete set of measurement tools in one compact enclosure
- Superior measurement integrity
- Easy to find a cost-effective solution for a specific application
- Easy migration from model to model as applications evolve
- Exceptional long-term reliability



Meet our high performance family

Each Series 2000 Digital Multimeter offers a unique combination of measurement capabilities that make them ideal for high speed production testing. Their half-rack design fits easily into just about any test rack or benchtop. With maximum resolutions from $6\frac{1}{2}$ to $8\frac{1}{2}$ digits and a variety of built-in capabilities, there's sure to be a Series 2000 DMM that matches your application.

Go to work with the right tools

Series 2000 multimeters are essentials for anyone's basic electrical toolbox because they combine all the measurement capabilities needed for electronic device and sub-system measurements, operational circuit measurements, and electronic product development and validation for bench and in ATE applications.

Be confident of your measurement integrity

All Series 2000 DMMs are based on the same high speed, low noise 28-bit A/D converter technology for superior measurement precision, sensitivity, and traceability. The Models 2001 and 2002 incorporate five distinct processors for tighter A/D control, higher accuracy, more precise triggering, higher throughput, and support for a variety of advanced capabilities.

Get high value plus high performance

A wide range of price and performance options are available, so it's easy to find a cost-effective match for your application. Whether you need the speed and economy of the basic Model 2000, the ultra-high precision of the Model 2002, or something in between, there's a Series 2000 DMM that's right for the job. All Series 2000 models are capable of reading rates of up to 2000 readings/sec (at $4\frac{1}{2}$ digits).

Migrate your applications easily from instrument to instrument

The common SCPI programming and software architecture simplifies migrating applications to more capable instruments as new test needs arise or when substituting a Keithley DMM for a meter from another manufacturer.

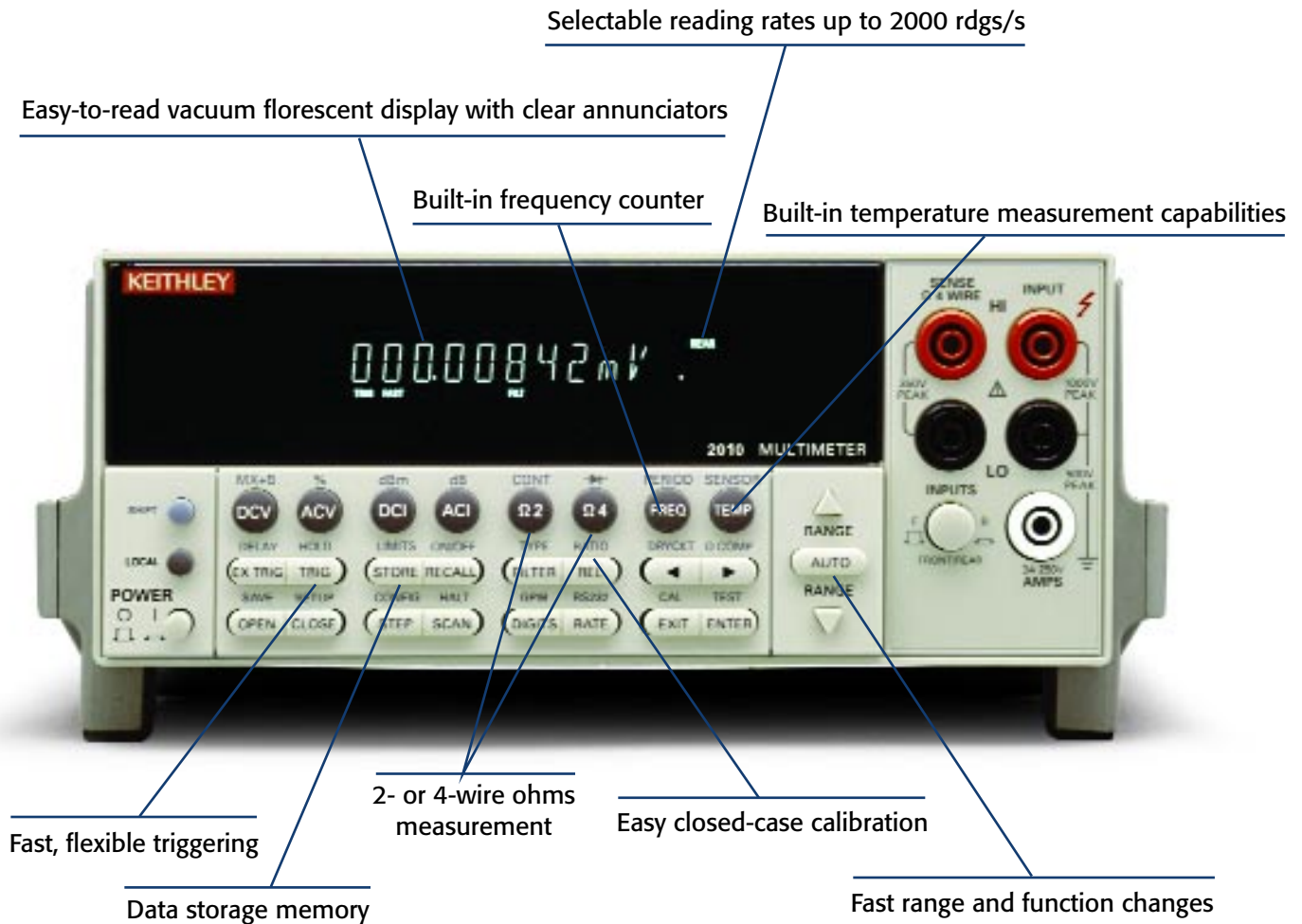
Handle tomorrow's test challenges with today's test solution

Series 2000 DMMs have earned a reputation for exceptional long-term performance and reliability. Each one is backed with a standard three-year warranty. Built-in measurement, signal conditioning, switching, and data communications functions give you the flexibility to repurpose your instrument readily as your test needs change over time.

FIND IT FAST

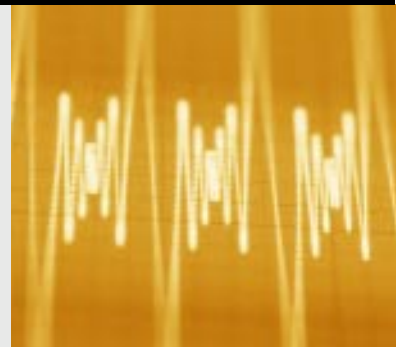
Functional overview	4-5
Series 2000 models	6-7
Series 2000 companion products	8
Higher channel count solutions	9
Selector guide	10-11
For more information	Back cover

A broad range of built-in functions



Application: Low level resistance testing

The Model 2010 is made for low resistance applications like testing the reliability of electrical connectors. With a measurement range of $1\mu\Omega$ to $120M\Omega$, it ensures more precise low level readings. Device self-heating is minimized when testing low ohms components, because resistance measurements can be made with source current as low as $100\mu A$. The Model 2010's dry circuit test mode clamps the open circuit voltage at 20mV to prevent punctures in any oxides or films that may have formed on contacts and connectors, so the measurement derived reflects the "in use" resistance. An offset compensated ohms function eliminates error-causing thermal effects from cabling and connections.



IEEE-488 bus simplifies controlling a wide range of GPIB instruments

Trigger Link for fast, precise, repeatable triggering of multiple instruments



Built-in scanner mainframe accepts optional switching cards for multi-point testing

Visit www.keithley.com to download a wide range of application notes, articles, data sheets, and specifications on Series 2000 DMMs.

Application: Power supply monitoring



The Model 2001's multiple display capability makes it easy to gather several pieces of information simultaneously from different aspects of a single signal. One of these displays is ideal for power supply monitoring because it shows the DC voltage of the supply's output, the AC noise level, and the frequency of that noise all at once, which simplifies tracking down the source of the noise and correcting it.

Individualized solutions for specific application needs

Model 2000: Get high accuracy without a high price tag

The 6½-digit Model 2000 has unique capabilities that simplify building and upgrading automated production test systems. For example, the built-in limit testing function can be used to sort or grade components or assemblies. It also offers a full resolution reading rate (50 rdg/s) that's nearly ten times faster than any other meter in its class and a maximum speed of 2000 rdgs/s. Built-in math functions let you make a variety of calculations on the acquired data without a computer controller.



Model 2010: Resolve low level signals quickly and accurately

With a noise floor of just 100nV RMS, the 7½-digit Model 2010 is designed for high accuracy millivolt- and microvolt-level measurements. It also wraps up all the functions needed for characterizing the resistance, linearity, or isolation of contacts, connectors, switches, or relays in a single instrument. With built-in capabilities like a low power ohms mode, dry circuit testing, offset-compensated ohms, and a 10 Ω range, the Model 2010 DMM is ideal for developing, validating, or production testing sensors, transducers, A/D and D/A converters, regulators, references, connectors, switches and relays. It's equally appropriate for end-of-life contact testing per ASTM B539-90.

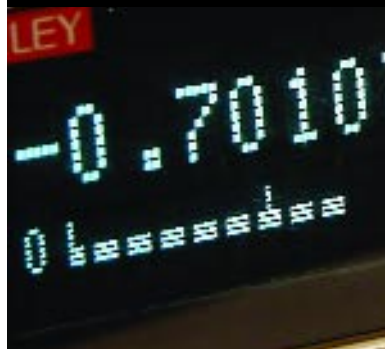


Model 2001: Advanced features you never thought a DMM could offer

The Model 2001 couples exceptional accuracy (0.0018% basic), resolution, and sensitivity with measurement and mathematical capabilities rarely found in DMMs. Its internal peak detector can catch 1 μ s spikes, such as power supply spikes and transients, AC line power surges, and short-duration dropouts on components, as well as up to 1MHz for repetitive signals. With the Model 2001, it's easy to measure AC peak value, average, and true rms directly to characterize the signal thoroughly.



Application: Precision resistor testing



The Model 2002's unique one-phase four-wire ohms measurement capability makes it a good solution for high speed production testing of precision resistors. Two high and two low limits can be tied to the status of any of four protected digital outputs, so the Model 2002 can sort or grade the resistors automatically after testing. For QA tests on small samples, the front panel bar graph display makes it easy to determine the tolerances of individual resistors.

Model 2002: Truly usable 8½-digit resolution

The Model 2002 offers the same advanced features and functions as the Model 2001, then adds an extra decade of resolution and broader DC voltage, temperature, and resistance ranges. The Model 2002's performance is specified for a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ environment, not a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ environment, and no daily recalibration is required to stay in spec, so it's ideal for high accuracy production test applications. An "open lead" detection function helps identify problems that could lead the system to pass components that should have failed a test. Built-in digital I/O capabilities and a pass/fail testing function simplify connecting it to a variety of handlers for fast, efficient device binning and sorting.



Models 2015 and 2016: Audio analysis plus full-featured DMMs

Each of these specialized instruments combines audio band quality measurements and analysis with a full-function 6½-digit DMM for production testing of audio devices and sub-systems. The Models 2016 and 2016-P provide twice the sine wave generator output of the Models 2015 and 2015-P for applications that require test signals greater than 8Vrms. The Models 2015-P and 2016-P offer additional processing capacity for frequency spectrum analysis. All four models can measure Total Harmonic Distortion (THD) over the complete 20Hz to 20kHz audio band, as well as compute THD+Noise and Signal-to-Noise plus Distortion (SINAD). These capabilities are critical for applications such as assessing non-linear distortion in components, devices, and systems. Five industry-standard bandpass filters are provided for shaping the input signal for audio and telecommunication applications. Refer to the Selector Guide on pages 10-11 for specification information.



Refer to the Selector Guide on pages 10-11 to compare the capabilities of different models.

Application: THD analysis and frequency response

The Model 2015, 2015-P, 2016,

The Model 2015, 2016-P, 2016, and 2016-P can provide both time domain and frequency domain measurements in a single test protocol. Keithley can help you configure a system for testing telecommunication devices, such as mobile phones. These instruments can perform a frequency domain analysis of the Total Harmonic Distortion (THD) and the first three harmonics as a function of frequency, as well as a time domain analysis of microphone circuit output voltage as a function of frequency.



Building blocks for a comprehensive system solution

Plug-in scanner cards

To create test and measurement systems with up to ten measurement points quickly and economically, choose from three plug-in scanner cards designed specifically for several Series 2000 DMMs. Just slide one of these cards into the option slot on the meter's back panel and you'll combine scanning and measurement capabilities in a single instrument.

The Model 2000-SCAN 10-Channel Scanner Card is designed for use with Model 2000, 2010, 2001, and 2002 DMMs. It supports multiplexing one of ten two-pole or one of five four-pole signals into the DMM and/or any combination of two- or four-pole signals.

The Model 2001-SCAN Scanner Card is a high speed multiplexing scanner card developed for the Model 2000, 2010, 2001, and 2002 DMMs. This card transforms your meter into a high accuracy, high speed ten-channel datalogger for a variety of mixed-signal applications. Two high speed solid-state channels on the card allow calculating ratio and delta when it's installed in the Model 2001, 2002, or 2010.

When used with a Model 2000, 2001, 2002, or 2010 DMM, the **Model 2001-TCSCAN Thermocouple Scanner Card** provides up to nine channels of cold-junction compensated temperature measurements and/or voltage, resistance, and frequency measurements. When the card is installed in the Model 2001 or 2002, the DMM will linearize type J, K, E, R, S, B, and T thermocouples automatically. When used with the Model 2001, 2002, or 2010, it allows measuring temperature directly using two- or four-wire RTDs.



Extended range and sensitivity

The Model 1801 Nanovolt Pre-Amp extends the range and sensitivity of Model 2001 and 2002 DMMs by amplifying extremely low-level signals. It combines a variety of measurement functions, including DCV, ACV rms, four-wire ohms, frequency, and temperature. A nine-foot cable links the pre-amp unit to a power supply card, which installs in the DMM's back panel option slot. This remote architecture isolates the Model 1801's sensitive "chopper-type" amplification circuitry, so the unit can be located close to the test setup to keep test leads short, reducing interference.



Need greater switching capacity?

Choosing the right switching solution is often crucial to ensuring high measurement integrity and productivity in production testing. Keithley's Applications Engineers can help you determine the most appropriate configuration for your application.

If your application requires more than ten channels of switching capacity, consider Keithley's **Series 2700 Integra multimeter/data acquisition/switching systems**. The 80-channel Model 2700 and Model 2701 mainframes offer the industry's lowest per-channel installed cost in high performance data acquisition and control packages. A built-in Ethernet interface in the Model 2701 makes it the best choice for distributed applications. With five module slots, the Model 2750 simplifies configuring solutions for applications with hundreds of channels. A choice of 12 plug-in modules makes Integra systems almost infinitely adaptable.

Series 7000 switching solutions complement Series 2000 DMMs when building multi-point test systems. The 80-channel Model 7001 High Density Switch System will accept a wide variety of switching cards for signals up to 2GHz. Similarly, the Model 7002 Switch Mainframe will support up to 400 channels or crosspoints, with a unique interactive channel status display. Both mainframes are compatible with Keithley's line of more than 40 Series 7000 Switching Cards.

The two-slot **Model 7002-HD Switch Mainframe** combines the channel density of the Model 7002 with the half-rack footprint of the Model 7001. Two new high density switch cards mainframe let you create a system with up to 384 matrix crosspoints or 320 multiplexer channels.



Choose the Series 2000 DMM that matches your application

Models		2000	2010
	Digits	6½	7½
	Expansion Channels	10	10
DC Volts	Sensitivity	100 nV	10 nV
	Maximum Reading	1000 V	1000 V
	Basic Accuracy	0.002%	0.0018%
	Ratio		•
	DC Peak Spikes		
AC Volts (TRMS)	Sensitivity	100 nV	100 nV
	Maximum Reading	750 V	750 V
	Basic Accuracy	0.05%	0.05%
	Bandwidth	3 Hz-300 kHz	3 Hz-300 kHz
	dB, dBm	•	•
	Frequency, Period	•	•
	Peak/Avg/RMS		
	AC, AC+DC		
	THD, Harmonics		
	4V Sine Source		
	9V Sine Source		
Ohms (2/4 Wire)	Sensitivity	100 µΩ	1 µΩ
	Maximum Reading	120 MΩ	120 MΩ
	Basic Accuracy	0.008	0.0032%
	Continuity Test	•	•
	Diode Test	•	•
	Offset Compensation		•
	Dry Circuit		•
	Constant Current	•	•
	Open Source Detection		
DC Amps	Sensitivity	10 nA	10 nA
	Range Span	10 mA- 3A	10 mA-3 A
	Basic Accuracy	0.03%%	0.03%
	In Circuit Current		
AC Amps (TRMS)	Sensitivity	1 µA	1 µA
	Range Span	1 A-3 A	1 A- 3A
	Basic Accuracy	0.1%	0.1%
	Bandwidth	3 Hz-5 kHz	3 Hz-5 kHz
General Features	Interface	GPIO, RS-232	GPIO, RS-232
	Reading Hold	•	•
	Digital I/O		
	Reading Memory	1024 rdgs	1024 rdgs
	Maximum Speed	2000 rdgs	2000 rdgs
	Temperature Meas.	T/C	TC, RTD
	Language Emulation	8840/42, 196/199	196, 199
	Memory Options	—	—
		2000-SCAN	2000-SCAN
	Compatible Scanner Cards	2001-SCAN	2001-TCSCAN
		2001-TCSCAN	

Visit **www.keithley.com** or call your local office for more information on our other switching solutions (p. 9).

2001	2002	2015, 2015-P	2016, 2016-P
7½	8½	6½	6½
10	10		
10 nV	10 nV	100 nV	100 nV
1100 V	1100 V	1000 V	1000 V
0.0018%	0.0006%	0.002%	0.002%
Option	Option		
100 nV	100 nV	100 nV	100 nV
775 V (1100 V pk)	775 V (1100 V pk)	750 V	750 V
0.03%	0.02%	0.05%	0.05%
1 Hz-2 MHz	1 Hz-2 MHz	3 Hz-300 kHz	3 Hz-300 kHz
•	•	•	•
•	•	•	•
•	•		
•	•		
		•	•
		• (2015-P)	• (2016-P)
		•	•
1 µΩ	100 nΩ	100 µΩ	100 µΩ
1 GΩ	1 GΩ	120MΩ	120MΩ
0.0032%	0.0007%	0.008%	0.008%
		•	•
•	•	•	•
•	•	•	•
	•		
10 pA	10 pA	10 nA	10 nA
200 µA-2 A	200 µA-2 A	10 mA-3 A	10 mA-3 A
0.03%	0.027%	0.03%	0.03%
•	•		
100 pA	100 pA	1 µA	1 µA
200 µA-2 A	200 µA-2 A	1 A-3 A	1 A-3 A
0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
20 Hz-100 kHz	20 Hz-100 kHz	3 Hz-5 kHz	3 Hz-5 kHz
GPIB	GPIB	GPIB, RS-232	GPIB, RS-232
		•	•
•	•	2 in/5 out (TTL)	2 in/5 out (TTL)
Opt. to 30,000	Opt. to 30,000	1024 rdgs	1024 rdgs
2000 rdgs	2000 rdgs	2000 rdgs	2000 rdgs
T/C, RTD	T/C, RTD	T/C	T/C
	HP 3458		
MEM1: 32K	MEM1: 32K	–	–
MEM2:128K	MEM2: 128		
2000-SCAN	2000-SCAN	–	–
2001-SCAN	2001-SCAN		
2001-TCSCAN	2001-TCSCAN		

Free Keithley Handbooks

New edition of **Low Level Measurements Handbook**

Want a fast refresher on test and measurement or data acquisition techniques? Just ask for a free copy of one of Keithley's popular handbooks on low level measurements, switching, and data acquisition and control. We've just published the 6th Edition of our industry-standard **Low Level Measurements Handbook**, completely updated with the newest instrumentation and techniques. To request your copy of any of our handbooks, call your local sales engineer or visit our website at www.keithley.com.



Check something out of our library

We invite you to visit www.keithley.com to download materials from our library of free literature, including articles, application notes, white papers, online demonstrations, and webcast seminars. For more information on the Integra product family (p. 9), download a copy of "The right choice for high performance and flexibility" from www.keithley.com or request a printed copy.

Need somebody to talk to?

There's a Keithley applications engineer ready with advice on configuring your test and measurement system. Call us toll free at 1-888-KEITHLEY (534-8453) (US only) or call your local Keithley sales office and ask to speak with one of our low level instrumentation specialists.



Specifications are subject to change without notice.

All Keithley trademarks and trade names are the property of Keithley Instruments, Inc.
All other trademarks and trade names are the property of their respective companies.

KEITHLEY

A G R E A T E R M E A S U R E O F C O N F I D E N C E

Keithley Instruments, Inc.

Corporate Headquarters • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • Fax: 440-248-6168 • 1-888-KEITHLEY (534-8453) • www.keithley.com

Belgium: Sint-Pieters-Leeuw • 02-363 00 40 • Fax: 02-363 00 64 • www.keithley.nl

China: Beijing • 8610-82251886 • Fax: 8610-82251892 • www.keithley.com.cn

Finland: Helsinki • 09-5306-6560 • Fax: 09-5306-6565 • www.keithley.com

France: Palaiseau Cédex • 01-64 53 20 20 • Fax: 01-60 11 77 26 • www.keithley.fr

Germany: Germering • 089/84 93 07-40 • Fax: 089/84 93 07-34 • www.keithley.de

Great Britain: Theale • 0118 929 7500 • Fax: 0118 929 7519 • www.keithley.co.uk

India: Bangalore • 080 212 8027 • Fax: 080 212 8005 • www.keithley.com

Italy: Milano • 02-48 39 16 01 • Fax: 02-48 30 22 74 • www.keithley.it

Japan: Tokyo • 81-3-5733-7555 • Fax: 81-3-5733-7556 • www.keithley.jp

Korea: Seoul • 82-2-574-7778 • Fax: 82-2-574-7838 • www.keithley.com

Netherlands: Gorinchem • 0183-635333 • Fax: 0183-630821 • www.keithley.nl

Singapore: Singapore • 65-6747-9077 • Fax: 65-6747-2991 • www.keithley.com

Sweden: Solna • 08-509 04 600 • Fax: 08-655 26 10 • www.keithley.com

Taiwan: Hsinchu • 886-3-572-9077 • Fax: 886-3-572-9031 • www.keithley.com.tw

Техническая информация

Цифровые мультиметры преобразуют аналоговые сигналы в цифровые. В общем случае цифровые мультиметры выполняют, как минимум, пять типовых функций: измерение постоянного напряжения, переменного напряжения, постоянного тока, переменного тока и сопротивления. Технические характеристики цифровых мультиметров различаются, но большинство этих приборов построены в соответствии со структурными схемами, аналогичными представленной на рис. 1.

Преобразование аналогового сигнала в цифровой

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует входной аналоговый сигнал в цифровой сигнал. От него, в основном, зависят ключевые характеристики прибора: скорость измерений, линейность, разрешение, подавление синфазной помехи и точность. Цифровой выходной сигнал отображается или регистрируется различными способами. Его можно визуально наблюдать на дисплее передней панели в числовом виде вместе с дополнительной информацией. Кроме того, цифровой сигнал может одновременно передаваться через внешний интерфейс (GPIB, RS-232, USB или Ethernet) на компьютер для дальнейшей обработки.

Разрешение

Разрешение определяется как наименьшее изменение сигнала, которое может быть зарегистрировано в каком-либо диапазоне, отнесенное к этому диапазону. Например, если прибор отображает в каком-либо диапазоне максимальное значение 19 999 и наименьшее регистрируемое изменение входного сигнала составляет ± 1 последней значащей цифры (LSD), то разрешение равно $1/19\,999$, или 0,005%.

Разрешение обычно выражают в виде целого числа и доли, например, $5\frac{1}{2}$ разрядов. Целое число представляет количество разрядов, в которых могут отображаться цифры от 0 до 9. Доля указывает на то, что самый старший разряд имеет одно или несколько отличных от нуля состояний, в случае обозначения $\frac{1}{2}$ в самом старшем разряде могут отображаться цифры 0, 1 или 2.

Чувствительность

Чувствительность похожа на разрешение в том отношении, что она характеризует наименьшее изменение входного сигнала, которое способен зарегистрировать прибор. Однако чувствительность выражается не в долях шкалы, а в абсолютных единицах и применяется к самому нижнему диапазону измеряемой величины. Чувствительность цифрового мультиметра с разрешением $7\frac{1}{2}$ разрядов составляет 10 нВ, если его самый нижний диапазон измерения 200 мВ (без учета влияния шума аналоговых цепей).

Погрешность

Погрешность определяется в виде числа, состоящего из двух слагаемых: $\pm(\% \text{ от показаний} + \% \text{ от диапазона})$ или как $\pm(\text{ppm от показаний} + \text{ppm от диапазона})$, где 1 ppm (part per million) соответствует 0,0001%. Чем ближе измеряемая величина к нижней границе диапазона, тем больший вклад в погрешность дает слагаемое, выраженное в процентах от диапазона. Чем ближе измеряемая величина к верхней границе диапазона, тем больший вклад в погрешность дает слагаемое, выраженное в процентах от показаний. Наилучшая точность достигается вблизи верхней границы диапазона.

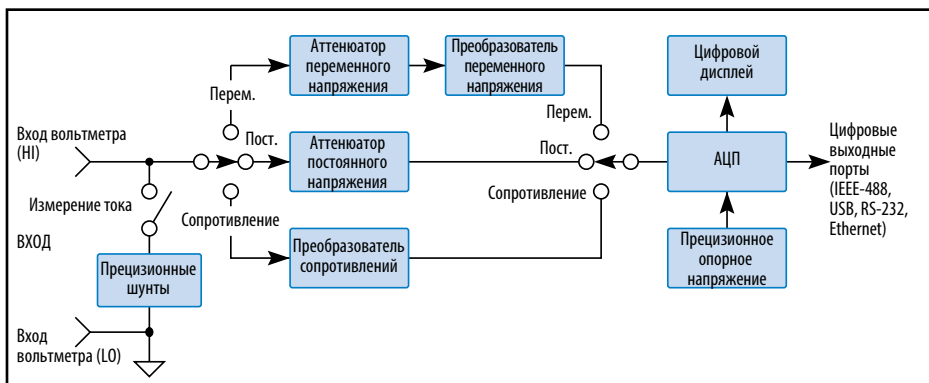


Рис. 1. Структурная схема цифрового мультиметра

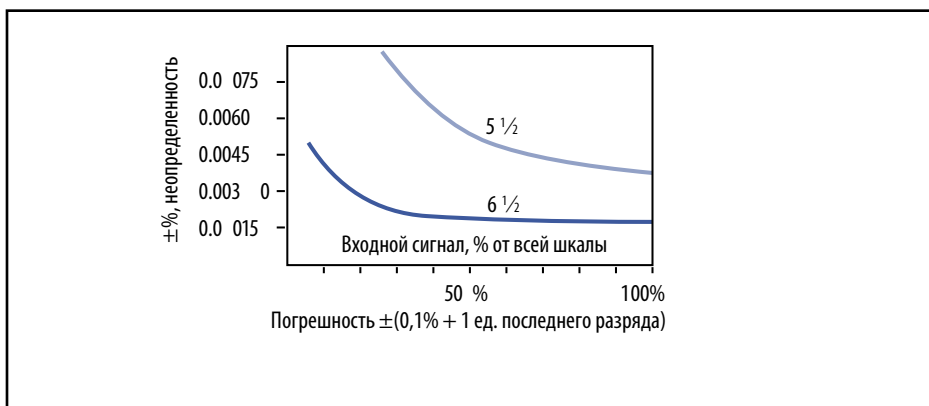


Рис. 2. Расчетная неопределенность результатов измерений для $5\frac{1}{2}$ - и $6\frac{1}{2}$ -разрядных цифровых мультиметров.

Погрешность обычно указывается при некоторых условиях, в частности, для интервалов рабочих температур $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 5^\circ\text{C}$ и интервалов между калибровками 24 часа, 90 дней или один год. Погрешность можно снизить, уменьшая диапазон изменения температуры окружающей среды и выбирая более короткие интервалы между калибровками. На рис. 2 показано влияние уровня входного сигнала на неопределенность измеряемой величины в рабочем диапазоне. Погрешность обоих измерительных приборов задана как $\pm(0,1\% + 1 \text{ ед. последнего знака})$.

Нагрузка и входное сопротивление

Нагрузка цепи — это возмущение, вносимое в измеряемую цепь из-за небесконечного входного сопротивления цифрового мультиметра. Входное сопротивление представлено эквивалентным активным сопротивлением и емкостью входных клемм цифрового мультиметра.

Ошибка, обусловленная нагрузкой (рис. 3), представляет собой разность между напряжением, измеренным прибором (V_M), и напряжением идеального источника (V_S).

Ошибка, обусловленная падением напряжения (рис. 4), представляет собой разность между расчетным током, текущим через нагрузку (I_L), и измеренным током (I_M),

вызванную конечным падением напряжения на измерительном приборе.

Двухпроводная и четырехпроводная схемы измерения сопротивлений

Цифровой мультиметр с двумя выводами подает измерительный (зондирующий) ток через соединительные провода, которые одновременно подключены ко входам цифрового вольтметра. Такая двухпроводная схема измерения сопротивлений в большинстве задач работает хорошо. Однако падение напряжения на соединительных проводах с сопротивлением R_L может привести к существенным погрешностям при измерении малых сопротивлений (рис. 4, 5).

Четырехпроводная схема измерения сопротивлений (схема Кельвина) позволяет исключить падение напряжения на соединительных проводах цепи вольтметра путем подключения измеряемого сопротивления R_x к вольтметру при помощи двух дополнительных проводов. Поскольку из-за высокого входного сопротивления вольтметра ток в его цепи на много порядков меньше зондирующего тока, падением напряжения на соединительных проводах цепи вольтметра можно пренебречь.

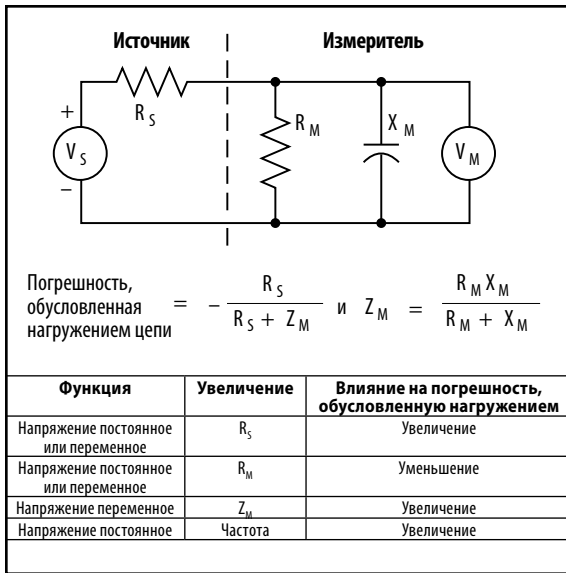


Рис. 3. Погрешность, обусловленная нагружением

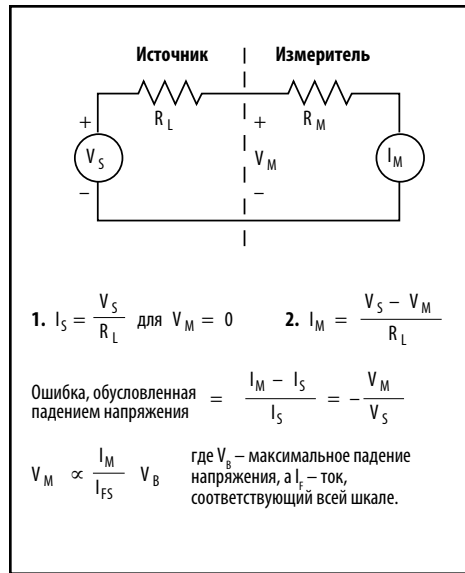


Рис. 4. Ошибка, обусловленная падением напряжения

Из-за высокого входного импеданса в измерительной цепи течет очень малый ток, поэтому на проводниках практически нет омического падения напряжения и напряжение на измерительных клеммах равно напряжению, создаваемому на сопротивлении R_X (рис. 5).

Быстродействие и время установления

Время установления показаний измерительного прибора обусловлено его входными цепями. Скорость снятия показаний, или быстродействие, зависит от времени установления. В случае приборов с высоким разрешением для достижения номинальной точности может оказаться необходимо подождать некоторое время для полного установления входного сигнала.

На скорость измерения влияют несколько параметров, в том числе постоянная времени интегрирования, выраженная числом периодов напряжения питающей сети (NPLC), тип цифрового фильтра, автоматическое переключение диапазонов, автоматическая коррекция нуля (AutoZero), задержки запуска и параметры настройки дисплея. Для достижения максимальной скорости измерений следует установить следующие параметры:

- постоянная времени интегрирования: 0,01 NPLC;
- фильтр: отключен;
- диапазон: фиксированный (без автоматического выбора диапазона);
- автоматическая коррекция нуля (AutoZero): отключена;
- задержка запуска: = 0,0;
- отображение на дисплее: отключено.

Следует подчеркнуть, что настройки, обеспечивающие наибольшую скорость, не обеспечивают максимальную точность.

Подавление помех от сети питания и синфазной помехи

Помехи от сети питания — это помехи, примешивающиеся к входному сигналу. Большая часть помех от сети питания совпадает с частотой питающей сети и ее гармониками. Коэффициент подавления помех от сети питания (NMRR) указывается в децибелах на частоте питающей сети 50 Гц или 60 Гц. Помехи от сети питания проявляются в виде импульсов или отклонения постоянного сигнала.

$NMRR = 20 \lg$ (максимальная амплитуда помехи на входе) / (максимальная ошибка, вносимая помехой)

Коэффициент подавления синфазной помехи (CMRR) характеризует способность измерительного прибора подавлять сигнал, общий для обоих входов измерительного прибора. Этот параметр обычно измеряют с несбалансированным сопротивлением 1 кОм в одном из соединительных проводов. Увеличение несбалансированного сопротивления приведет к увеличению синфазной помехи. CMRR определяют для постоянного сигнала на частоте 50 Гц или 60 Гц и выражают (как и NMRR) в децибелах. CMRR применяют как к измерениям постоянных, так и переменных сигналов. Синфазная помеха проявляется как ошибка смещения, наложенная на полезный сигнал.

Защита от перегрузки

Защита от перегрузки является средством обеспечения электрической надежности и должна обеспечивать достаточную защиту измерительного прибора от обычных сетевых напряжений. Как правило, наиболее чувствительными к высоким напряжениям являются самый нижний диапазон измерения напряжения (например, 100 мВ) и диапазоны измерения сопротивлений. Аналогичным защите от пере-

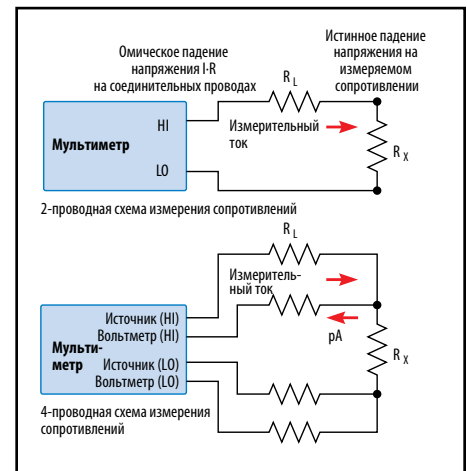


Рис. 5. Двухпроводная и четырехпроводная схемы измерения сопротивлений

грузки параметром является максимальное напряжение синфазного сигнала, при котором может работать измерительный прибор: это максимальное напряжение относительно заземления, которое способен выдержать вход низкого потенциала (LO) или общий вывод (COMMON).

Входная клемма должна всегда быть нагружена на минимальное сопротивление.

Сравнительная таблица цифровых мультиметров и систем сбора данных

Модель	2100	2000	2010	2001	2002
Кол-во разрядов	6½	6½	7½	7½	8½
Каналы расширения	нет	10	10	10	10
Постоянное напряжение					
Чувствительность	0,1 мкВ	100 нВ	10 нВ	10 нВ	1 нВ
Максимальное значение	1000 В	1000 В	1000 В	1100 В	1100 В
Основная погрешность	0,0038%	0,002%	0,0018%	0,0018%	0,0006%
Отношение (относительное измерение)	•		•	по дополнительному заказу	по дополнительному заказу
Пиковые выбросы при постоянном напряжении				•	•
Переменное напряжение (истинное среднеквадратическое значение)					
Чувствительность	0,1 мкВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ
Максимальное значение	750 В	750 В	750 В	775 В (1100 В пик.)	775 В (1100 В пик.)
Основная погрешность	0,08%	0,05%	0,05%	0,03%	0,02%
Полоса частот	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц	1 Гц – 2 МГц	1 Гц – 2 МГц
дБ, дБм	•	•	•	•	•
Частота, период	•	•	•	•	•
Пиковое/среднее/среднеквадратич. значение	среднеквадратич. значение	среднеквадратич. значение	среднеквадратич. значение	•	•
АС, АС + ДС	АС	АС	АС	•	•
Сопротивление (2/4-проводная схема)					
Чувствительность	100 мкОм	100 мкОм	1 мкОм	1 мкОм	100 нОм
Максимальное значение	100 МОм	120 МОм	120 МОм	1 ГОм	1 ГОм
Основная погрешность	0,015%	0,008%	0,0032%	0,0032%	0,0007%
Тестирование целостности цепей	•	•	•		
Тестирование диодов	•	•	•		
Компенсация смещения			•	•	•
Измерение при малых токах и падениях напряжений (dry circuit)			•		
Постоянный ток	•	•	•	•	•
Обнаружение обрыва в цепи источника					•
Постоянный ток					
Чувствительность	10 нА	10 нА	10 нА	10 пА	10 пА
Диапазон	10 мА – 3 А	10 мА – 3 А	10 мА – 3 А	200 мкА – 2 А	200 мА – 2 А
Основная погрешность	0,055%	0,03%	0,03%	0,03%	0,027%
Измерение тока без разрыва цепи				•	•
Переменный ток (истинное среднеквадратическое значение)					
Чувствительность	1 мкА	1 мкА	1 мкА	100 пА	100 пА
Диапазон	1 А – 3 А	1 А – 3 А	1 А – 3 А	200 мкА – 2 А	200 мкА – 2 А
Основная погрешность	0,15%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Полоса частот	3 Гц – 5 кГц	3 Гц – 5 кГц	3 Гц – 5 кГц	20 Гц – 100 кГц	20 Гц – 100 кГц
Общие характеристики					
Интерфейсы	USB	GPB, RS-232	GPB, RS-232	GPB	GPB
Удержание показаний	•	•	•		
Цифровые линии ввода-вывода	•			•	•
Память для результатов измерений	2000 отсчетов	1024 отсчетов	1024 отсчетов	Опционально до 30 000	Опционально до 30 000
Максимальная скорость измерений	2000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с
Измерения температуры	Терморезистором (RTD)	Термопарой	Термопарой, терморезистором	Термопарой, терморезистором	Термопарой, терморезистором
Эмуляция языка	34401A	8840/42, 196/199	196/199		HP 3458

Модель	3706A	2015, 2016	2700	2701	2750
Кол-во разрядов	7½	6½	6½	6½	6½
Каналы расширения	576		80	80	200
Постоянное напряжение					
Чувствительность	10 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ
Максимальное значение	300 В	1000 В	1000 В	1000 В	1000 В
Основная погрешность	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%
Отношение			С платой мультиметра	С платой мультиметра	С платой мультиметра
Пиковые выбросы на постоянном напряжении					
Переменное напряжение (истинное среднеквадратическое значение)					
Чувствительность	100 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ	100 нВ
Максимальное значение	300 В	750 В	750 В	750 В	750 В
Основная погрешность	0,05%	0,05%	0,06%	0,06%	0,06%
Полоса частот	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц	3 Гц – 300 кГц
дБ, дБм	•	•			
Частота, период	•	•	•	•	•
THD, гармоники		20 Гц – 20 кГц			
Амплитуды гармоник		Модификации «-Р»			
Источник гармонического сигнала		4 В/9 В (10 Гц – 20 кГц)			
Сопротивления (2/4-проводная схема)					
Чувствительность	100 нОм	100 мОм	100 мОм	100 мОм	1 мОм
Максимальное значение	100 МОм	120 МОм	120 МОм	120 МОм	120 МОм
Основная погрешность	0,004%	0,008%	0,008%	0,008%	0,008%
Тестирование целостности цепей	•		•	•	•
Тестирование диодов		•			
Компенсация смещения	•	•	•	•	•
Измерение при малых токах и падениях напряжений (dry circuit)	•				•
Постоянный ток	•	•	•	•	•
Постоянный ток					
Чувствительность	1 пА	10 нА	10 нА	10 нА	10 нА
Диапазон	10 мкА – 3 А	10 мА – 3 А	20 мА – 3 А	20 мА – 3 А	20 мА – 3 А
Основная погрешность	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%
Переменный ток (истинное среднеквадратическое значение)					
Чувствительность	1 нА	1 мкА	1 мкА	1 мкА	1 мкА
Диапазон	1 мА – 3 А	1 А – 3 А	1 А – 3 А	1 А – 3 А	1 А – 3 А
Основная погрешность	0,08%	0,1%	0,15%	0,16%	0,15%
Полоса частот	3 Гц – 10 кГц	3 Гц – 5 кГц	3 Гц – 5 кГц	3 Гц – 5 кГц	3 Гц – 5 кГц
Общие характеристики					
Интерфейсы	GPIO, LXI/Ethernet, USB	GPIO, RS-232	GPIO, RS-232	Ethernet, RS-232	GPIO, RS-232
Удержание показаний		•	•	•	
Цифровые линии ввода-вывода	14	2 ввод/5 вывод (ТТЛ)	2 ввод/5 вывод (ТТЛ)		
Память отсчетов	650 000 отсчетов	1024 отсчетов	55 000 отсчетов	450 000 отсчетов	110 000 отсчетов
Максимальная скорость измерений	> 14 000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с	2000 отсчетов/с	3500 отсчетов/с	2500 отсчетов/с
Измерения температуры	Термопара, терморезистор, термистор	Термопара	Термопара, терморезистор, термистор	Термопара, терморезистор, термистор	Термопара, терморезистор, термистор