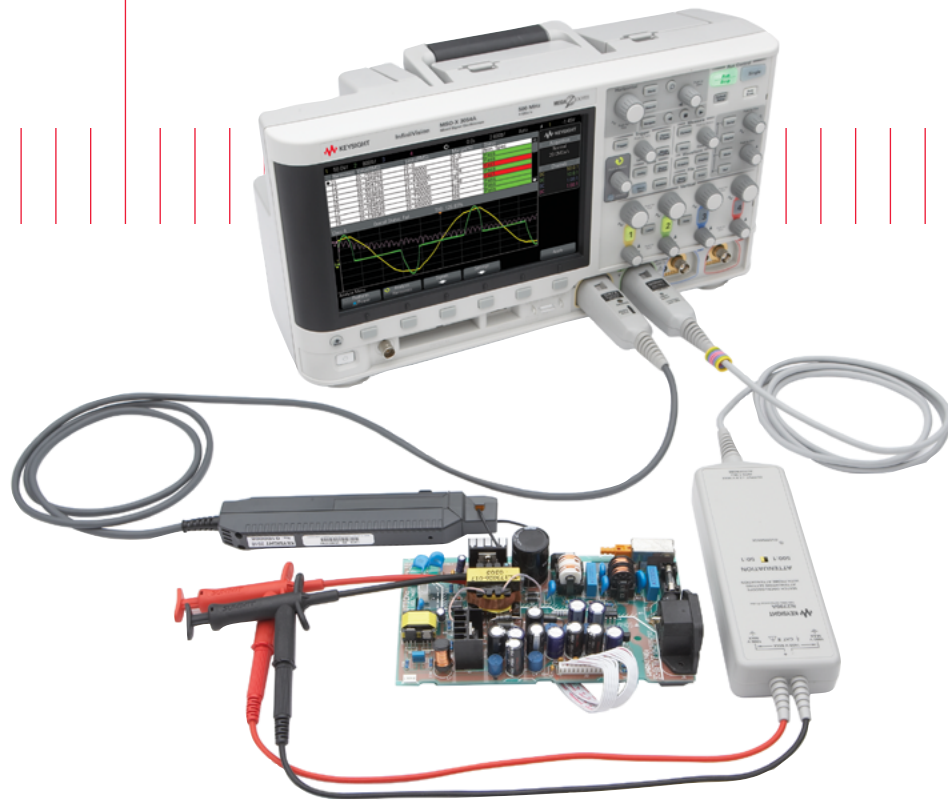


Keysight Technologies

Приложения для анализа мощности DSOX3PWR/DSOX4PWR/DSOX6PWR

Техническое описание

Для осциллографов InfiniiVision
серий 3000X, 4000X и 6000X



Экономичное решение для анализа импульсных и линейных источников питания

Требования к КПД и стоимости источников питания становятся все более жесткими. Когда-то приоритетом была именно разработка недорогих решений. Но с ростом стоимости электроэнергии во главу угла встал КПД. Кроме того, дополнительные требования, такие как компактность, переход на цифровое управление, жесткие границы допустимого отклонения напряжения, стандарты качества электроэнергии и уровня электромагнитных помех, заставляют искать пути быстрого и тщательного тестирования источников питания. Ужесточение требований означает, что разработчикам приходится все больше времени

уделять измерению и анализу параметров мощности.

Несмотря на то, что за последние годы возможности анализа, предлагаемые осциллографами различных производителей, значительно расширились, нередко разработчики по-прежнему выполняют измерения и анализ вручную. Как правило, при таких измерениях получение данных, их анализ и составление отчетов занимают длительное время.

Приложения DSOX3PWR, DSOX4PWR и DSOX6PWR компании Keysight

Technologies — это решения для измерения и анализа параметров мощности, интегрированные в осциллографы InfiniiVision серий 3000X, 4000X и 6000X. Встроенные приложения позволяют легко и быстро анализировать надежность, КПД и производительность импульсных и линейных источников питания.

Кроме того, эти измерительные решения поставляются с лицензией на программное обеспечение U1881A-003 для ПК, которое служит для измерения и анализа параметров мощности и позволяет проводить более глубокую аналитическую оценку измерений мощности.

| Тип анализа | Изменяемые показатели | DSOX3PWR, осциллограф 3000A | DSOX3PWR, осциллограф 3000T | DSOX4PWR | DSOX6PWR |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Измерение параметров входного сигнала | Качество электропитания: | | | | |
| | Активная мощность | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Полная мощность | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Реактивная мощность | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Коэффициент мощности | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Пик-фактор (V и I) | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Фазовый сдвиг | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Гармоники тока ¹ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Пусковой ток | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Измерение параметров импульсных источников питания | Потери на переключение ² | | | | |
| | Rds(on) | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Vce(sat) | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Скорость нарастания напряжения и тока (V и I) | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Анализ модуляции ³ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Измерение параметров выходного сигнала | Пульсация на выходе | | | | |
| | Время включения | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Время выключения | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | КПД ⁴ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Время стабилизации при переходе | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Измерение частотных характеристик | Коэффициент подавления пульсации источника питания (PSRR) ⁵ | | | | |
| | Отклик контура управления (график модуля и фазовый график) ⁵ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Другие | Автоматическая компенсация временного сдвига ⁶ | | | | |
| | Автоматическая настройка ⁷ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Примечания

1. На основе стандарта IEC 61000-3-2 для изделий классов А, В, С и D. Пользователь может выбрать формат отображения (таблица или линейчатая диаграмма). При этом результаты оценки обозначаются с помощью цветового кодирования. Кроме того, отображается суммарный коэффициент гармоник (THD).
2. Потери мощности и энергии на основе $V \times I$ — во всех случаях, или Rds(on) или Vce(sat) — только для проводимости.
3. Графики коэффициента заполнения, длительности импульса, частоты, периода и пр. в зависимости от времени.
4. Возможность выбора режима измерения КПД: AC/DC, DC/AC, AC/AC или DC/DC.
5. Используется встроенный в осциллограф генератор сигналов. Опция WaveGen не требуется.
6. Требуется устройство U1880A для учета временного сдвига между двумя пробниками.
7. Автоматическая настройка и схемы подключения для всех повторяющихся входных измерений. Пошаговые инструкции для всех однократных измерений, в том числе для измерения времени включения/выключения, пускового тока и переходной характеристики.

Анализ параметров силовых приборов

Потери на переключение в источнике питания определяют его КПД. Вы можете легко измерить мгновенные потери мощности и потери на электропроводность в импульсном источнике питания для заданного коммутационного цикла. При оценке КПД источника питания важно измерить потери мощности при динамическом изменении нагрузки.

Измерение потерь на переключение и потерь проводимости позволяет оценить мгновенное рассеяние мощности для импульсного источника питания. Определение пиковых потерь на переключение позволяет определить надежность источника питания. Параметры di/dt и dv/dt определяют скорость нарастания тока и напряжения при переключении. С учетом этих параметров выполняется анализ надежности импульсных источников питания.

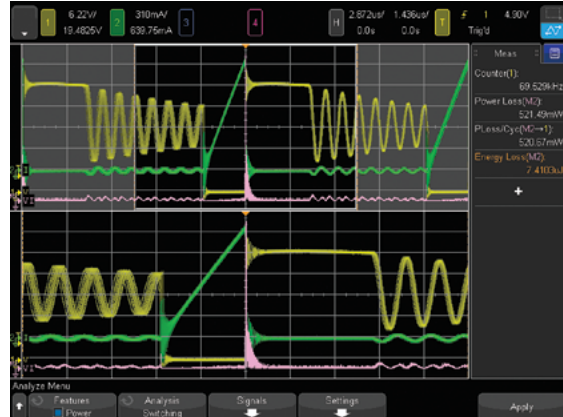


Рис. 1. Измерение потерь на переключение и потерь проводимости позволяет оценить мгновенное рассеяние мощности для импульсного источника питания.

Анализ параметров сети питания переменного тока

Разработчики источников питания должны учитывать такие параметры сети питания, как качество электроэнергии, гармоники и кондуктивные помехи в различных рабочих условиях. Данный модуль позволяет измерять такие параметры, как активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности и пик-фактор, а также получать графическое представление гармоник в соответствии с такими стандартами, как IEC 61000-3-2 (класс A, B, C, D). Для измерения гармоник сигнала в сети питания нужно использовать токовый пробник. Кроме того, возможности анализа параметров сети питания включают измерение пикового значения пускового тока при первом включении источника питания.



Рис. 2. Предварительная проверка источника питания на соответствие стандартам IEC 61000 3-2 по гармоникам. При таком анализе отображается до 40 гармоник.

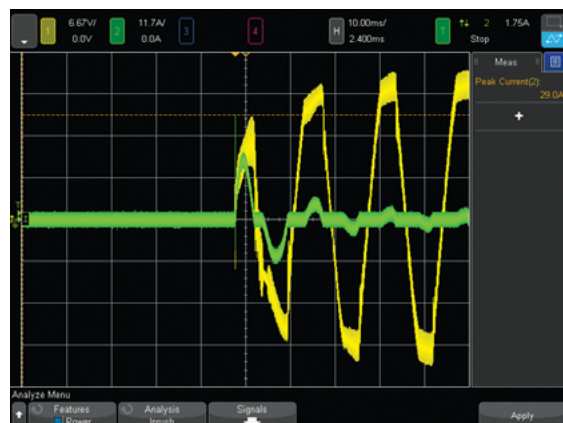


Рис. 3. При анализе пускового тока измеряется пиковое значение пускового тока при первом включении источника питания.

Анализ качества электроэнергии

Анализ качества электроснабжения позволяет оценить качество сигнала в сети переменного тока. Иногда в сети возникают вторичные токи, проходящие через нагрузку без совершения полезной работы. Такой ток, называемый реактивным или гармоническим, приводит к возникновению «кажущейся» или полной мощности, значение которой превышает значение фактически потребляемой мощности. Для оценки качества электроэнергии используются следующие параметры: коэффициент мощности, полная мощность, активная мощность, реактивная мощность, пик-фактор и фазовый сдвиг между током и напряжением в линии переменного тока.



Рис. 4. Результаты измерения мощности отображаются в виде таблицы со следующими параметрами качества электроснабжения: коэффициент мощности, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, пик-фактор и фазовый сдвиг.

Анализ модуляции

Благодаря анализу модуляции разработчики оперативно получают данные о длительности и интервалах между импульсами сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Эти данные сложно визуализировать, т. к. частота дискретизации данных значительно меньше частоты импульсов. График вариаций длительности и интервалов между импульсами сигнала ШИМ за достаточно длительный период времени позволяет получить характеристики контура управления в системе обратной связи. При этом анализируются вариации импульсов полученного сигнала в следующих форматах:

- зависимость частоты от времени;
- зависимость периода от времени;
- зависимость коэффициента заполнения от времени;
- зависимость длительности положительного импульса от времени;
- зависимость длительности отрицательного импульса от времени.



Рис. 5. График вариаций длительности и интервалов между импульсами сигнала ШИМ за достаточно длительный период времени позволяет получить характеристики контура управления в системе обратной связи.

Анализ параметров выходного сигнала

Анализ параметров выходного сигнала включает измерение пульсаций выходного напряжения постоянного тока, создаваемых сетью питания либо импульсным источником питания. Пульсация — это остаточная переменная составляющая напряжения, накладываемая на выходное напряжение постоянного тока. На пульсацию оказывают влияние как частота сети, так и частота переключения источника. При анализе пульсации выходного напряжения выдается амплитудно-частотная характеристика измеряемого сигнала.

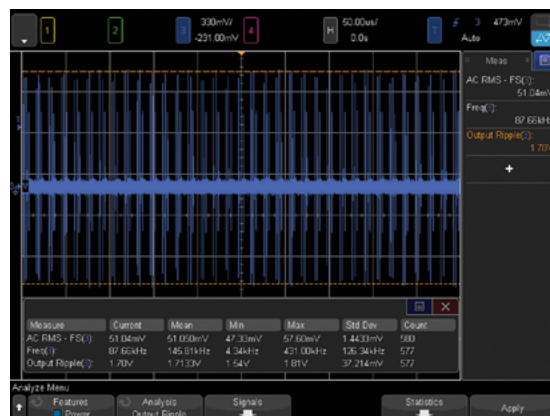


Рис. 6. Анализ параметров выходного сигнала включает измерение пульсаций выходного напряжения постоянного тока, создаваемых сетью питания либо импульсным источником питания.

Анализ пусковых процессов и процессов отключения

Этот модуль измеряет время стабилизации напряжения на выходе источника питания после подачи на его вход напряжения сети питания (время включения), а также время выключения тока на выходе источника питания после снятия входного напряжения (время выключения).



Рис. 7. Анализ времени включения позволяет определить время стабилизации напряжения на выходе источника питания после подачи входного напряжения.

Анализ переходных процессов

При включении, выключении, резком изменении нагрузки на выходе или входного напряжения в сети в источниках питания происходят переходные процессы. Эти процессы определяют одну из ключевых характеристик источников питания: переходную характеристику. Данный режим анализа служит для измерения переходной характеристики выходного сигнала постоянного тока, т. е. времени, необходимого для стабилизации выходного сигнала после изменения нагрузки.

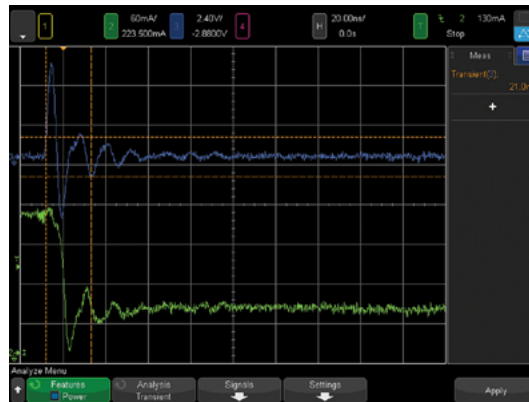


Рис. 8. Режим анализа переходной характеристики служит для измерения времени, необходимого для стабилизации выходного сигнала после изменения нагрузки.

Анализ КПД

Анализ КПД служит для определения общей эффективности работы источника питания путем сравнения его выходной и входной мощности. Для выполнения этого анализа требуется 4-канальный осциллограф, т. к. измеряются напряжение на входе, ток на входе, напряжение на выходе и ток на выходе.

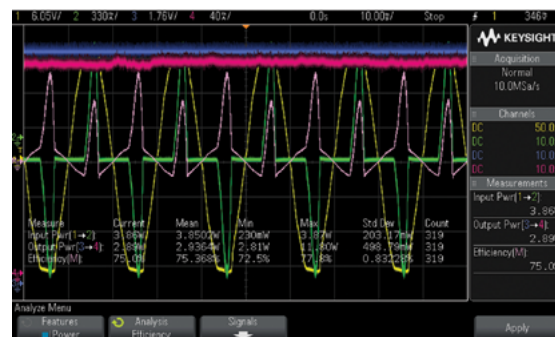


Рис. 11. Анализ КПД служит для определения общей эффективности работы источника питания.

Коэффициент подавления пульсаций источника питания (PSRR)

Для определения коэффициента PSRR в сравнении с частотой, как правило, требуется дорогостоящий анализатор, оборудованный источником напряжения смещения постоянного тока, например, анализатор цепей серии ENA компании Keysight.

В приложениях DSOX3PWR/DSOX4PWR/DSOX6PWR используется встроенный в осциллографы InfiniiVision BNC-выход для генерации стандартных сигналов с качающейся частотой, что позволяет удешевить решение для тестирования, размещая его в одном корпусе.

Коэффициент PSRR — это соотношение пульсаций на входе и на выходе в широком диапазоне частот, выраженное в дБ. Основное уравнения для расчета этого коэффициента:

$$\text{PSRR} = 20 \times \log \frac{\text{Пульсация на входе (V}_{in})}{\text{Пульсация на выходе (V}_{out})}$$

Для измерения коэффициента PSRR можно использовать различные методы. Необходимо отметить, что в связи с тем, что осциллограф отличается более высоким уровнем собственных шумов и более низким коэффициентом отклонения по сравнению с анализатором цепей, измерить коэффициент PSRR с точностью выше -60 дБ сложно. Измерение PSRR с помощью осциллографа со встроенным генератором считается допустимым для выборочной проверки испытываемого источника питания. Для измерения PSRR с большой нагрузкой целесообразно использовать источник питания с модуляцией для подачи питания на вход испытываемого источника питания.

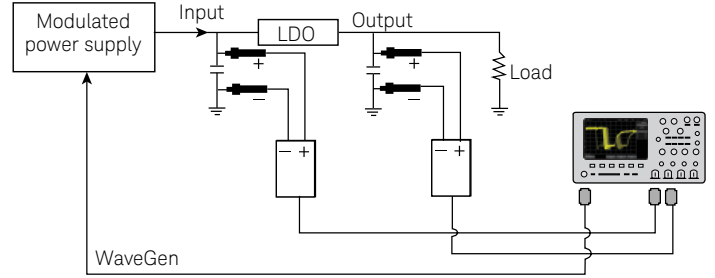


Рис. 9. Коэффициент PSRR — это соотношение пульсаций на входе и на выходе в широком диапазоне частот, выраженное в дБ.

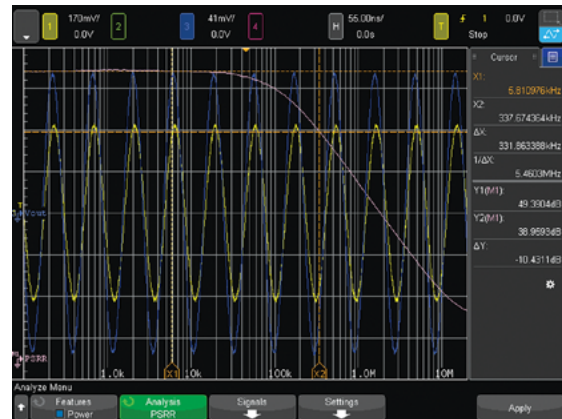


Рис. 10. Коэффициент PSRR показывает, насколько хорошо цепь справляется с пульсацией напряжения, поступающего на вход источника питания на разных частотах.

Отклик контура управления (график Боде)

Фактически источник питания представляет собой усилитель с отрицательной обратной связью в контуре управления (см. рис. 2). Таким образом, источник питания — это не усилитель постоянного тока, как можно подумать. В действительности он изменяет значение переменного тока в ответ на изменения на выходе, например, на увеличение нагрузки.

При измерении отклика контура управления в его цепь обратной связи подается сигнал погрешности на определенном диапазоне частот. На представленной ниже схеме цепь обратной связи включает резистивные делители R1 и R2. Для получения сигнала погрешности необходимо добавить в цепь обратной связи небольшой резистор. 5-омный резистор, изображенный на схеме, оказывает незначительное влияние в сравнении с общим сопротивлением R1 и R2. Для проведения испытаний имеет смысл рассмотреть возможность добавления этого низкоомного резистора (Rinj) на постоянной основе. Кроме того, требуется ввести в схему вольтодобавочный трансформатор, например Picotest J2101A, который будет изолировать сигнал помехи переменного напряжения и предотвращать смещение по постоянному току.

Измерительная система, в данном случае осциллограф InfiniiVision серии X со встроенной функцией WaveGen или генератором AWG, измеряет напряжение переменного тока на входе цепи обратной связи (Vin) и регулируемое напряжение постоянного тока на выходе источника питания (Vout). Затем осциллограф рассчитывает усиление по формуле $20 \times \text{Log}(V_{\text{out}}/V_{\text{in}})$ для каждой частоты диапазона. Кроме того, измеряется сдвиг фаз между Vin и Vout.

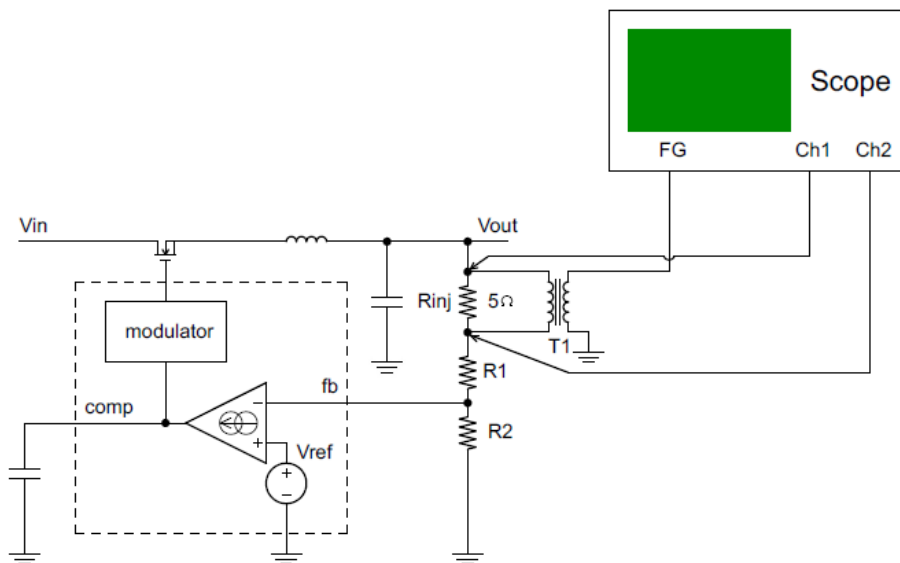


Рис. 11. Замкнутый контур обратной связи в источнике питания и подключение осциллографа для измерения отклика контура управления.

На рис. 4 изображен график отклика контура управления, построенный с использованием осциллографа InfiniiVision серии X. Тест выполнялся для диапазона частот от 100 Гц до 10 МГц. По окончании измерения методом качания частоты была определена точка пересечения 0 дБ на частоте приблизительно 6,6 кГц.

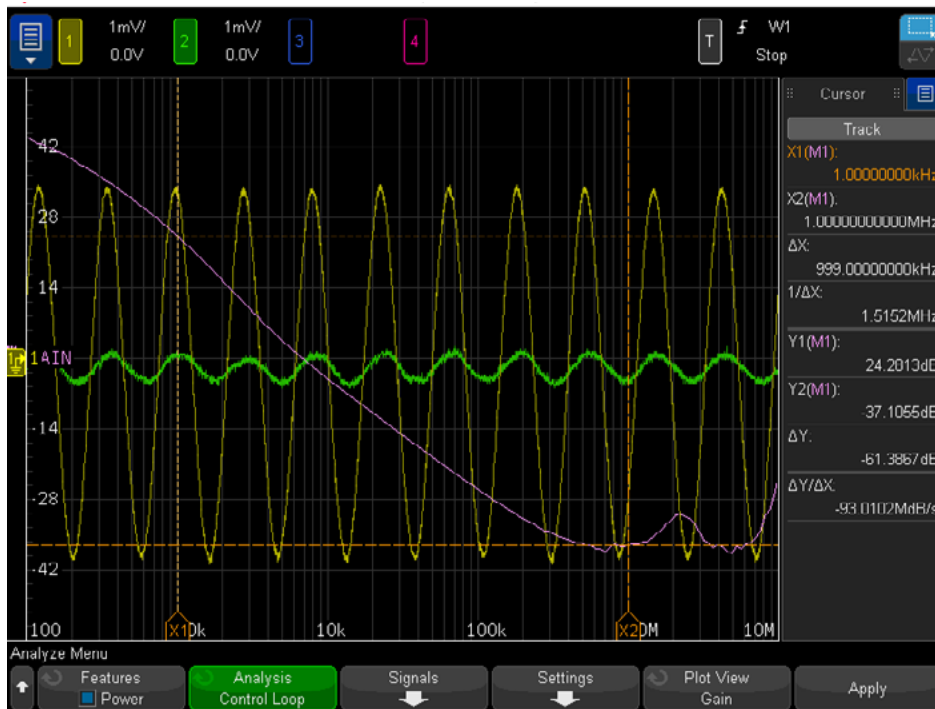


Рис. 12. Измерение отклика контура управления с использованием осциллографа InfiniiVision серии X.

По окончании теста можно также посмотреть график сдвига фаз (не показан на рис.) для определения запаса по фазе. Необходимо отметить, что для измерения фазы для каждой из частот требуется, чтобы амплитуда V_{in} и V_{out} превышала примерно 1 мV_{pp}.

Компенсация временного сдвига между двумя пробниками с помощью устройства U1880A

Временные задержки между пробниками напряжения и токовыми пробниками могут оказывать значительное влияние на измерение мощности, т. к. каждый пробник характеризуется своей задержкой распространения. Для получения точных результатов измерения мощности крайне важно скомпенсировать временную задержку между этими пробниками, используя процедуру, известную как временное выравнивание. Этот шаг очень важен, поскольку даже небольшой сдвиг между временными диаграммами напряжения и тока может привести к значительным ошибкам при вычислении мгновенных значений мощности. Выполнение временного выравнивания до измерения мощности позволяет добиться более высокой точности измерения.

Устройство U1880A компании Keysight позволяет оперативно выполнять временное выравнивание для пробников напряжения и токовых пробников, обеспечивая точное измерение КПД источника питания. Устройство U1880A создает тестовый сигнал напряжения и тока, позволяя тестировать один и тот же узел цепи различными пробниками напряжения и токовыми пробниками. Настроить параметры измерения мощности, выполнить временное выравнивание и сохранить значения временного сдвига в приложении для измерения параметров мощности можно одним нажатием. При следующем запуске этого приложения можно использовать сохраненные значения временного сдвига или опять выполнить процедуру временного выравнивания.

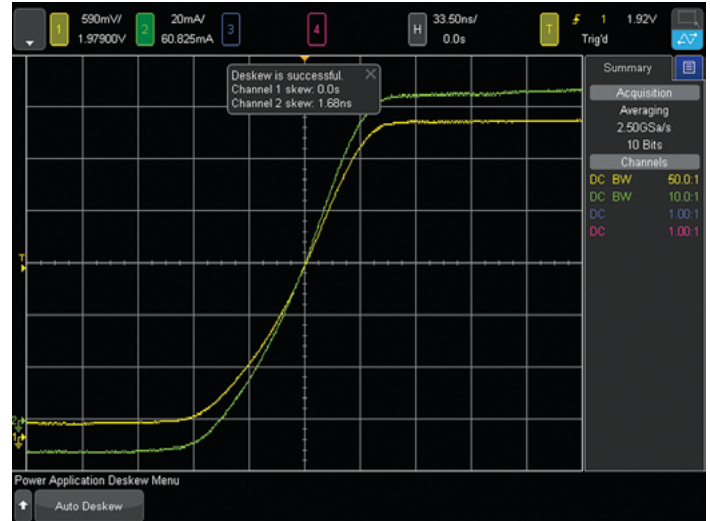


Рис. 13. Для получения точных результатов измерения параметров мощности крайне важно скомпенсировать временную задержку между пробниками напряжения и токовыми пробниками.

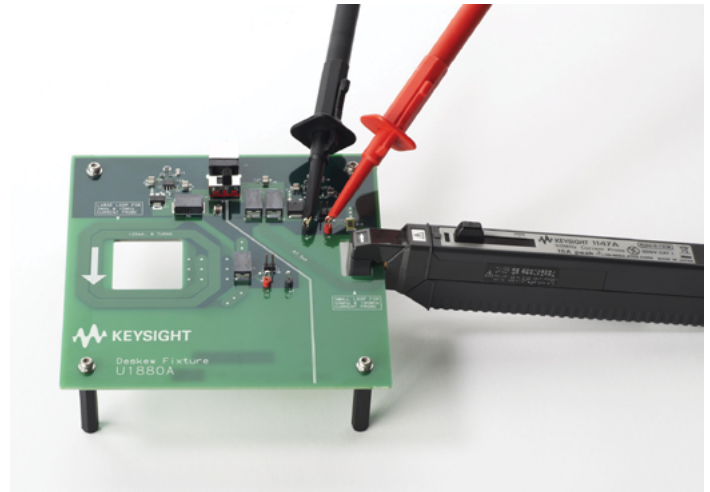


Рис. 14. Устройство подключения U1880A компании Keysight позволяет оперативно выполнять временное выравнивание для пробников напряжения и токовых пробников, обеспечивая точное измерение КПД источника питания.

Информация для заказа

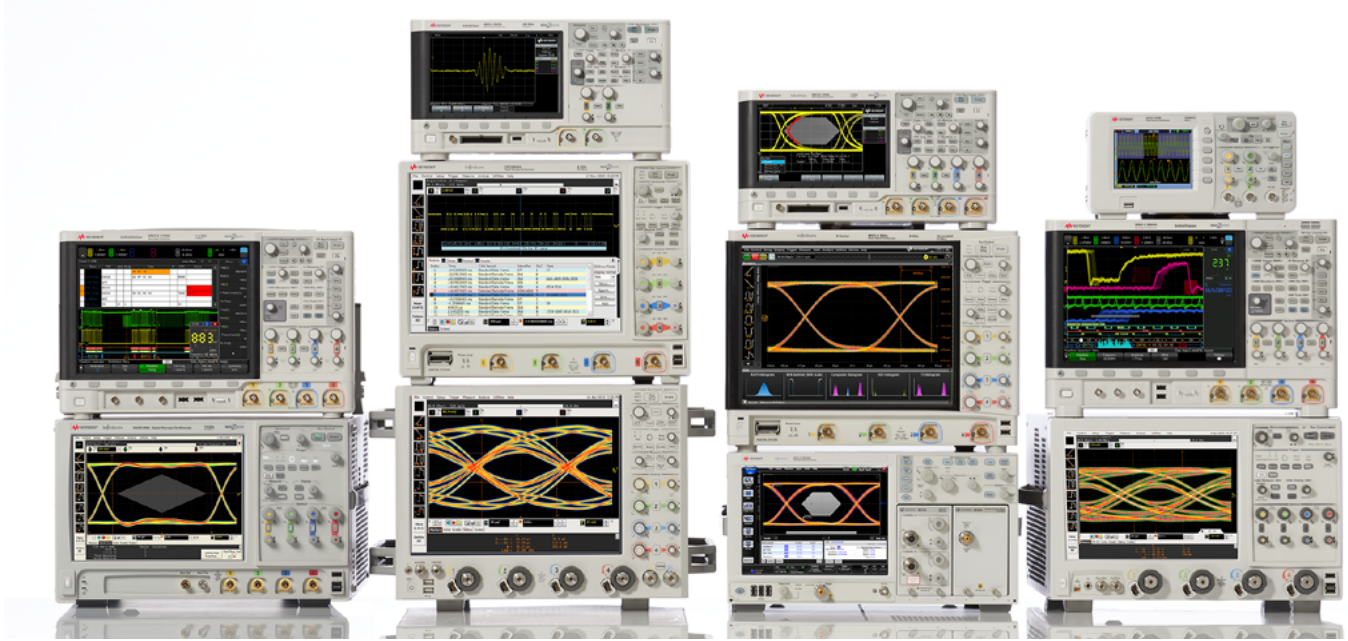
*Примечание. Дополнительные сведения о приложении U1881A для измерения параметров мощности для ПК для осциллографов InfiniiVision см. в техническом описании Keysight по U1881A за номером 5989-7835EN .

| Код продукта | Описание |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DSOX3PWR | Программное обеспечение для измерения параметров мощности, встроенное в осциллографы серии 3000X (включает также лицензию на ПО U1881A для измерения и анализа параметров мощности* для ПК) |
| DSOX4PWR | Программное обеспечение для измерения параметров мощности, встроенное в осциллографы серии 4000X (включает также лицензию на ПО U1881A для измерения и анализа параметров мощности для ПК) |
| DSOX6PWR | Программное обеспечение для измерения параметров мощности, встроенное в осциллографы серии 6000X (включает также лицензию на ПО U1881A для измерения и анализа параметров мощности для ПК) |
| U1880A | Устройство для учета временного сдвига между пробниками напряжения и токовыми пробниками |

Рекомендуемые пробники и принадлежности

Дополнительные сведения о пробниках и принадлежностях для осциллографов Keysight см. по адресу: www.keysight.com/find/probes.

| Рекомендуемые пробники | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – Токовые пробники постоянного и переменного тока (один или несколько из следующих токовых пробников Keysight) | |
| – 1147B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 50 МГц, 15 А, интерфейс AutoProbe |
| – N2893B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 100 МГц, 15 А, интерфейс AutoProbe |
| – N2780B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 2 МГц, 500 А (требуется источник питания N2779A) |
| – N2781B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 2 МГц, 150 А (требуется источник питания N2779A) |
| – N2782B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 2 МГц, 30 А (требуется источник питания N2779A) |
| – N2782B | Токовый пробник постоянного и переменного тока, 2 МГц, 30 А (требуется источник питания N2779A) |
| Дифференциальные пробники | |
| – N2790A | Дифференциальный пробник, 100 МГц, ±1,4 кВ |
| – N2791A | Дифференциальный пробник, 25 МГц, ±700 В |
| – N2804A | Дифференциальный пробник, 300 МГц, ±300 В |
| – N2805A | Дифференциальный пробник, 200 МГц, ±100 В |
| – N2891A | Дифференциальный пробник, 70 МГц, ±7 кВ |
| Пассивные пробники (для измерения шума на выходе и PSRR) | |
| – N2870A | Пассивный пробник, 1:1, 35 МГц |
| – N2804A | Адаптер 2,5 мм между наконечником пробника и печатной платой |



Осциллографы Keysight

Различное конструктивное исполнение / Верхняя граница полосы пропускания от 20 МГц до > 90 ГГц / Лучшие в отрасли характеристики / Приложения с широкими возможностями

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированное представление наиболее важной для вас информации.



www.axiestandard.org

AXIe (AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test) представляет собой открытый стандарт, основанный на архитектуре AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe. ATCA®, AdvancedTCA® и логотип ATCA являются зарегистрированными товарными знаками в США и принадлежат PCI Industrial Computer Manufacturers Group.



www.lxistandard.org

LXI (LAN eXtensions for Instruments) представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.



www.pxisa.org

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) — формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.



Трехлетняя гарантия

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.



Планы Технической Поддержки Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/go/quality

Система управления качеством Keysight Technologies, Inc. сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

Российское отделение Keysight Technologies

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

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286

(Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр Keysight Technologies в России

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

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com