

Руководство пользователя

Tektronix

TPS2PWR1

Приложение для анализа мощности

071-1462-01

© Tektronix, Inc. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix или ее поставщиков и защищены законодательством США по авторскому праву и международными соглашениями.

Использование, копирование или обнаружение продукта правительством является объектом ограничений в соответствии с подпараграфом (с) (1) (ii) Положения о технических данных и компьютерных программах в DFARS 252.227-7013 или подпараграфов (с)(1) и (2) Положения об ограниченных правах на коммерческое программное обеспечение для компьютеров в FAR 52.227-19, в зависимости от того, какие из них применимы.

Изделия корпорации Tektronix защищены патентами и патентными заявками в США и других странах. Приведенные в данном руководстве сведения заменяют любые ранее опубликованные. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Beaverton, OR 97077

ТЕКТРОНИК, ТЕК и ТЕКПРОБЕ являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

ГАРАНТИЯ

Приложение TPS2PWR1

Корпорация Tektronix гарантирует, что в перечисленных выше изделиях не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления в течение 1 (одного) года со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix. Если в течение гарантийного срока в таком изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix, по своему выбору, либо устранит неисправность в дефектном изделии без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо произведет замену неисправного изделия на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производятся владельцем изделия. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ГАРАНТИЯ (продолжение)
Приложение TPS2PWR1

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

Оглавление

Общие правила техники безопасности	ii
Как связаться с компанией Tektronix	vi

Приступая к работе

Приступая к работе	1-1
Основной режим эксплуатации	1-2
номинальные параметры	1-2
Запуск	1-4
Проверка установки модуля	1-8
Устранение неполадок при установке модуля	1-9

Справочник

Анализ мощности	2-1
Анализ осциллограмм	2-9
Фазовые сдвиги	2-15
Гармоники	2-21
Потери на переключение	2-29
Измерения dY/dT	2-41
Технические характеристики P5120	2-43

Общие правила техники безопасности

Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования, необходимо соблюдать приведенные ниже правила техники безопасности.

Используйте изделие в строгом соответствии с инструкциями, чтобы исключить фактор риска.

Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

Используйте надлежащий кабель питания. Подсоединение к электросети должно выполняться только с помощью кабеля, разрешенного к использованию с данным изделием и сертифицированного для страны, в которой будет осуществляться его эксплуатация.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением пробника к тестируемой системе подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и опорный вывод от тестируемой системы.

Соблюдайте ограничения на параметры разъемов. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током соблюдайте номинальные ограничения и требования, маркированные на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору.

Используйте соответствующий пробник. Во избежание поражения электрическим током, используйте для измерений пробник с соответствующими параметрами.

В незаземленных цепях. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В_{эфф}. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В_{эфф} следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В_{эфф}, категория II или 300 В_{эфф}, категория III) или аналогичные, пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Отключение питания. Отключение питания обеспечивается отсоединением кабеля питания от силовой сети.

Соблюдайте правила замены батареи. Используйте только те батареи, типы и номиналы которых соответствуют требованиям данного прибора.

Соблюдайте правила перезарядки батарей. Перезаряжайте батареи только в течение рекомендуемого цикла зарядки.

Используйте надлежащий адаптер переменного тока. Для данного прибора следует использовать только предназначенный для него адаптер переменного тока.

Не используйте прибор с открытым корпусом. Эксплуатация прибора с открытым корпусом или снятыми защитными панелями не допускается.

Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки. Не прикасайтесь к незаизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Не пользуйтесь неисправным прибором. Не следует пользоваться прибором при наличии подозрений, что он поврежден. В этом случае он должен быть проверен квалифицированным специалистом.

Условия эксплуатации. Уровень загрязнения 2 (в соответствии со стандартом IEC61010-1:2001). Не пользуйтесь прибором в среде с возможным наличием проводящих загрязнений. Условия эксплуатации см. в Приложении А руководства пользователя цифрового осциллографа серии TPS2000.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.

Обеспечьте надлежащую вентиляцию. Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке прибора содержатся в руководстве.

Избегайте перегрузок электросети. Во избежание травм или возгорания не подавайте на входы, включая входы опорных сигналов, потенциалы относительно земли, превышающие максимально допустимые потенциалы для данных входов.

Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Избегайте поражения электрическим током. Во избежание вреда здоровью и угрозы для жизни не следует подсоединять и отсоединять пробники и измерительные кабели, подключенные к источнику напряжения.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность пробника. Во избежание поражения электрическим током и появления ошибочных показаний не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность пробника.

Правильное подсоединение выводов опорного сигнала. При использовании нескольких каналов осциллографа следует подсоединять выводы опорного сигнала пробников каждого канала непосредственно к общей точке исследуемой схемы. Это подсоединение необходимо, поскольку каналы осциллографа электрически изолированы. У них отсутствует общее соединение с корпусом. В целях поддержания высокой точности сигнала для каждого пробника следует использовать вывод опорного сигнала минимальной длины.

Если отображаются вопросительные знаки. Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения может оказаться неверным; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или положения по вертикали или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

Символы и обозначения

Обозначения в данном руководстве. Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Предупреждения о действиях и условиях, представляющих угрозу для жизни или способных нанести вред здоровью.



ОСТОРОЖНО! Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

Обозначения на изделии. Ниже приводится список возможных обозначений на приборе.

Обозначение DANGER (опасно) указывает на непосредственную опасность получения травмы.

Обозначение WARNING (внимание!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.

Обозначение CAUTION (осторожно!) указывает на возможность повреждения данного прибора.

Символы на приборе. Ниже приводится список символов на приборе.



ОСТОРОЖНО!
См. руководство



Режим
ожидания



Заземление шасси



Как связаться с компанией Tektronix

Адрес	Tektronix, Inc. Отдел или имя (если известно) 14200 SW Karl Braun Drive P.O. Box 500 Beaverton, OR 97077 USA
Веб-узел	www.tektronix.com
Техническая поддержка	Электронная почта: techsupport@tektronix.com



Приступая к работе

Приступая к работе

Программное приложение для анализа мощности TPS2PWR1 обеспечивает измерение мощности с помощью осциллографов серии TPS2000.

Основные характеристики.

- Анализ мощности. Вычисление активной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности и сдвига фазы для пары осциллограмм напряжения и тока.
- Анализ осциллограмм. Вычисление среднеквадратичного значения, амплитудного коэффициента и частоты осциллограммы.
- Фазовые сдвиги. Вычисление фазового сдвига между каждыми двумя из трех осциллограмм напряжения или тока.
- Гармоники. Вычисление до 50 гармоник и отображение их фазовых сдвигов по отношению к основной гармонике, амплитуды в процентах от основной гармонике, значения суммарного коэффициента гармоник и суммарного коэффициента гармоник по току для всей осциллограммы.
- Потери на переключение. Вычисление потерь на включение и выключение, потерь в проводящем состоянии и суммарных потерь на переключение для пары осциллограмм напряжения и тока.
- Курсоры dV/dT и dI/dT . Вычисление параметров dV/dT или dI/dT между двумя курсорами на осциллограмме.

Основной режим эксплуатации

Сведения о номинальных параметрах и основных операциях см. в руководстве пользователя осциллографа серии TPS2000 и руководствах по пробникам P2220 и P5120. Там же приведены сведения по технике безопасности, установке, проверке на функционирование, настройкам коэффициента ослабления пробников и масштаба, а также проведению автокалибровки.

номинальные параметры

TPS2000

Осциллографы серии TPS2000 рассчитаны на напряжение 300 В категории II между выводом сигнала и общим выводом (IEC 61010) и плавающий потенциал 600 В категории II по отношению к потенциалу земли.

P2220

Для пассивного пробника P2220 установлены следующие номинальные значения.

Положение X10: 300 В_{эфф} категории II между наконечником пробника и заземлением.

Положение X1: 150 В_{эфф} категории II между наконечником пробника и заземлением.

Допустимый плавающий потенциал на опорном выводе пробника не более 30 В по отношению к заземлению.

P5120

Для пассивного высоковольтного пробника P5120 установлены следующие номинальные значения.

1000 В_{эфф} категории II между наконечником пробника и заземлением.

Допустимый плавающий потенциал на опорном выводе пробника не более 600 В_{эфф} по отношению к заземлению.

Категории перенапряжения

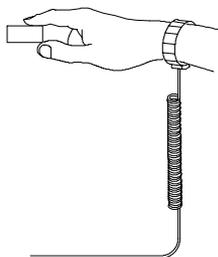
Определены следующие категории перенапряжения.

- Категория III: линии электропередач, фиксированная установка.
- Категория II: линии питания в помещениях, бытовые электроприборы, переносное оборудование.
- Категория I: сигналы, специальное оборудование или компоненты, телекоммуникационное оборудование, электроника.

Более подробные технические характеристики прибора приведены в руководстве пользователя осциллографа TPS2000 и различных пробников.

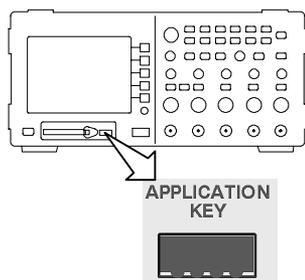
Запуск

Для установки модуля приложения TPS2PWR1 в осциллограф серии TPS2000 выполните следующие действия.



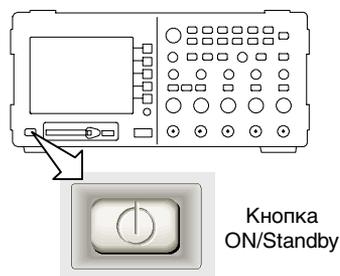
Меры по защите от статического электричества.

Во избежание повреждения осциллографа или модуля приложения электростатическим разрядом следует соблюдать меры по защите от статического электричества. Наденьте заземляющий браслет.



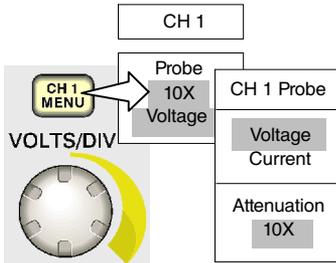
Установка ключа приложения.

При выключенном осциллографе вставьте ключ приложения для анализа мощности в указанное на рисунке гнездо, находящееся справа под экраном. Метка ключа должна быть обращена вверх.



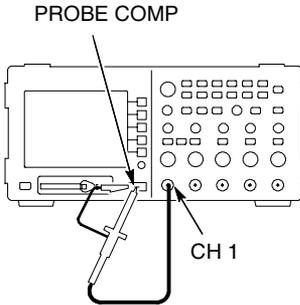
Включение осциллографа.

Дождитесь появления изображения на экране. Для продолжения работы нажмите кнопку бокового меню **OK**.



Подсоединение пробников к осциллографу и их настройка.

Нажмите на передней панели соответствующие кнопки **Menu** (меню) каналов **CH 1**, **CH 2**, **CH 3** или **CH 4**, после чего выберите в боковом меню пункт **Voltage** (напряжение) или **Current** (ток) и параметр **Attenuation** (ослабление).

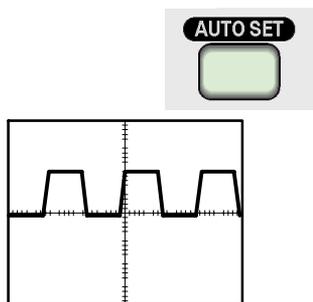


Выполнение компенсации пробников напряжения.

В случае пробника P5120 подсоедините пробник к каналу 1 осциллографа. Для этого совместите прорезь в разъеме пробника с выступом на байонетном разъеме канала 1, вставьте разъем и поверните его по часовой стрелке для фиксации.

Подсоедините наконечник и опорный вывод пробника к выводам PROBE COMP (компенсация пробников). Выполните эти действия для всех пробников.

При необходимости выполните размагничивание токовых пробников.

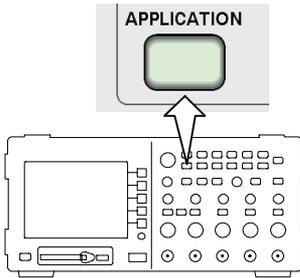


Способы подсоединения пробников к схемам см. в примерах применения, приведенных в справочном разделе данного руководства.

Если на экране появляется знак вопроса, нажмите на передней панели осциллографа кнопку **AUTOSET** (автоустановка) или выполните настройку осциллографа, как описано ниже.

Для оптимизации автоматизированных измерений в меню анализа мощности, анализа осциллограмм и фазовых сдвигов выполните следующие настройки осциллографа.

- На осциллографе TPS2000 должен отображаться по меньшей мере один полный период осциллограммы.
- Амплитуда каждой осциллограммы должна превышать два деления.
- Все отсчеты данных осциллограммы должны находиться на экране.
- Каждый период осциллограммы должен занимать не менее одного деления по горизонтали.



Запуск приложения.

Доступ к функциям приложения для анализа мощности осуществляется нажатием кнопки **APPLICATION** (приложение) на передней панели. Меню приложения для анализа мощности появляется на месте правого бокового меню осциллографа. В нем представлены перечисленные ниже функции измерения мощности.

Измерение мощности	Описание
Анализ мощности	Активная мощность, реактивная мощность, коэффициент активной мощности, фазовые сдвиги
Анализ осциллограмм	Среднеквадратичное значение цикла, амплитудный коэффициент, частота
Фазовые сдвиги	Фазовый сдвиг в градусах между каналами CH1, CH2 и, в четырехканальных моделях, CH3
Гармоники	Среднеквадратичное значение основной гармоники, фазы, частоты и среднеквадратичные значения гармоник.
Потери на переключение	Потери на включение, выключение, потери в проводящем состоянии и суммарные потери

Дополнительные сведения по общей настройке осциллографа см. в *Руководстве пользователя TPS2000*.

Проверка установки модуля

Проверка установки модуля производится по приведенной далее таблице. Если на экране осциллографа не отображаются пункты меню данного прикладного модуля, выполните действия, описанные в разделе *Устранение неполадок при установке модуля* на стр. 1-9.

Для проверки модуля	Нажмите эту кнопку на передней панели	Проверка
TPS2PWR1	APPLICATION (приложение)	На правой стороне экрана должно появиться меню с заголовком Power

Устранение неполадок при установке модуля

Если осциллограф не распознает прикладной модуль при включении питания, выполните следующие действия.

1. Выключите осциллограф.
2. Выполните приведенные ранее рекомендации по электростатической безопасности.
3. Удалите прикладной модуль.
4. Проверьте, не повреждены ли контакты прикладного модуля.
5. Вставьте прикладной модуль обратно в осциллограф.
6. Включите осциллограф. Если осциллограф по-прежнему не отображает меню приложения, неисправен либо прикладной модуль, либо гнездо модуля. Для устранения этой проблемы обратитесь в ближайший сервисный центр компании Tektronix.

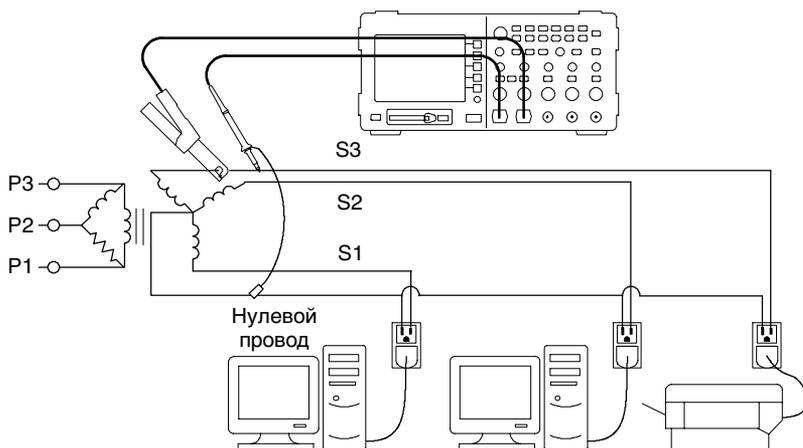


Справочник

Анализ мощности

Функции меню анализа мощности обеспечивают проверку общего качества электропитания, например в офисе или на промышленном предприятии. Они позволяют определять, насколько эффективно оборудование использует электроэнергию, и устранять неполадки электрооборудования.

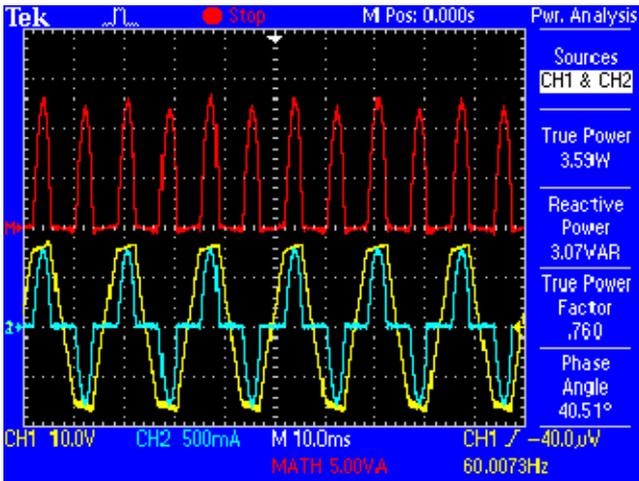
Прежде всего, следует подсоединить осциллограф серии TPS2000 с соответствующими пробниками напряжения (например, P5120) и тока (например, A622 или TCR305) к проверяемой токораспределительной системе, как показано на рисунке, приведенном ниже. Требования к пробникам в конкретной схеме могут отличаться от указанных на рисунке.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В эфф. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В эфф следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В эфф, категория II или 300 В эфф, категория III) или аналогичные, пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Для вызова меню анализа мощности нажмите кнопку **Power Analysis** (анализ мощности). На экране осциллографа появятся исходные осциллограммы напряжения и тока, а также соответствующие результаты измерений. Кроме того, автоматически настраивается и отображается расчетная осциллограмма мгновенной мощности ($V \cdot A$).

Функции анализа мощности обеспечивают анализ взаимодействия исходных осциллограмм тока и напряжения. Для этих действий требуется как пробник напряжения, так и пробник тока.



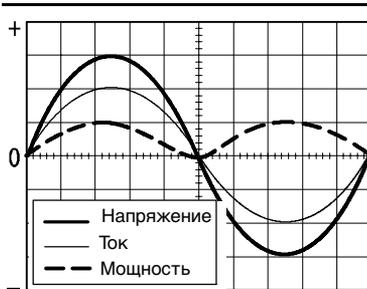
В меню имеются следующие функции и значения.

Пункт меню	Описание
Sources (исходные сигналы)	<p>Выбор пары каналов. В четырехканальном осциллографе выбираются пары (CH1 и CH2) или (CH3 и CH4).</p> <p>В двухканальном осциллографе исходные сигналы фиксированы: CH1 и CH2.</p> <p>Сигналы в каналах (CH1 и CH2) или (CH3 и CH4) должны быть парами осциллограмм напряжения и тока. При перемножении осциллограмм всегда используются выбранные исходные сигналы.</p>
True Power (активная мощность)	Отображение активной мощности. Вычисляется усреднение расчетной осциллограммы ($V \cdot A$).
Reactive Power (реактивная мощность)	Отображение реактивной мощности. (Вольт-амперы реактивные, VAR). Вычисляется умножением среднеквадратичного значение осциллограммы амплитуды на среднеквадратичное значение осциллограммы тока и синус сдвига фаз. Вычисление сдвига фаз описано в разделе руководства, посвященном фазовым сдвигам.

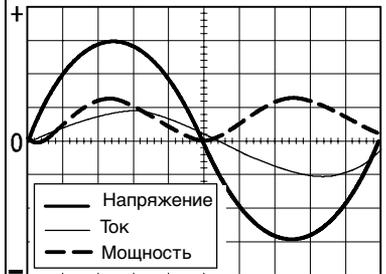
Пункт меню	Описание
Коэффициент мощности	<p>Отображает отношение активной мощности к кажущейся мощности, в пределах от 0 до 1. Кажущаяся мощность вычисляется умножением среднеквадратичного значения осциллограммы напряжения на среднеквадратичное значение осциллограммы тока.</p> <p>Как правило, чем больше коэффициент мощности, тем более эффективно используется энергия.</p> <p>При чисто резистивной нагрузке коэффициент мощности равен 1,0. При чисто индуктивной нагрузке коэффициент мощности равен 0,0.</p>
Фазовый сдвиг	<p>Отображение угла (от -90° до $+90^\circ$), косинус которого равен коэффициенту мощности. Для синусоидальных сигналов это значение равно фазовому сдвигу, измеренному в меню фазовых сдвигов. Для несинусоидальных сигналов эти два значения фазового сдвига могут различаться.</p> <p>Если осциллограмма в канале CH1 (обычно напряжение) опережает осциллограмму в канале CH2 (обычно ток), угол положительный. Если осциллограмма в канале CH1 отстает от осциллограммы в канале CH2, угол отрицательный.</p>

Примеры результатов

По окончании измерения проводится анализ его результатов. На следующих рисунках приведены примеры.



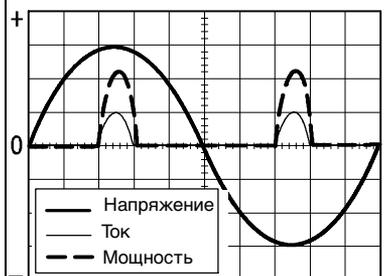
Коэффициент мощности = 1.
Фазовый сдвиг = 0° .
Напряжение и ток находятся в фазе.
Резистивная цепь



Коэффициент мощности = 0,707.
Фазовый сдвиг = 45° .
Ток отстает от напряжения на 45° .
Частично индуктивная цепь.



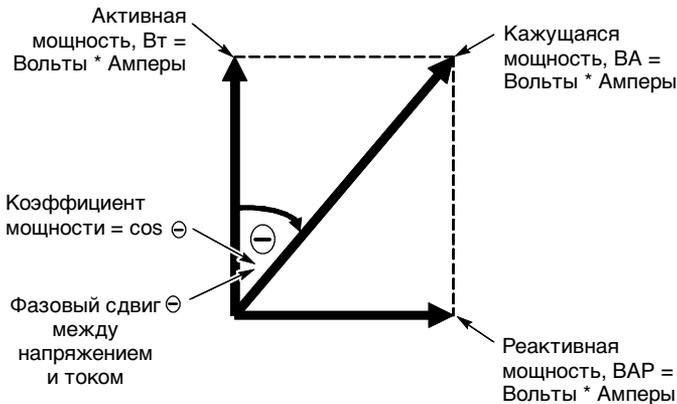
Коэффициент мощности = 0,9.
Фазовый сдвиг = 0° .
Напряжение и ток находятся в фазе.
Разбалансировка по току, типичная для электроприводов с регулировкой скорости.



Коэффициент мощности = 0,9.
Фазовый сдвиг = 0° .
Напряжение и ток находятся в фазе.
Разбалансировка по току, типичная для импульсных источников питания.

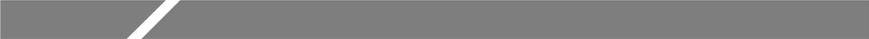
Советы по работе

- При входе в меню анализа мощности осциллограф автоматически включает каналы, выбранные в качестве исходных сигналов. Кроме того, включается вычисление осциллограммы мощности ($V \cdot A$). Никаких других изменений в настройке не производится.
- Измерение мощности в данном меню выполняется по всем полным циклам сигнала, имеющимся в записи осциллограммы напряжения.
- На рисунке, приведенном ниже, показаны значения, используемые в данном меню.



- Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения может оказаться неверным; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или положения по вертикали или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

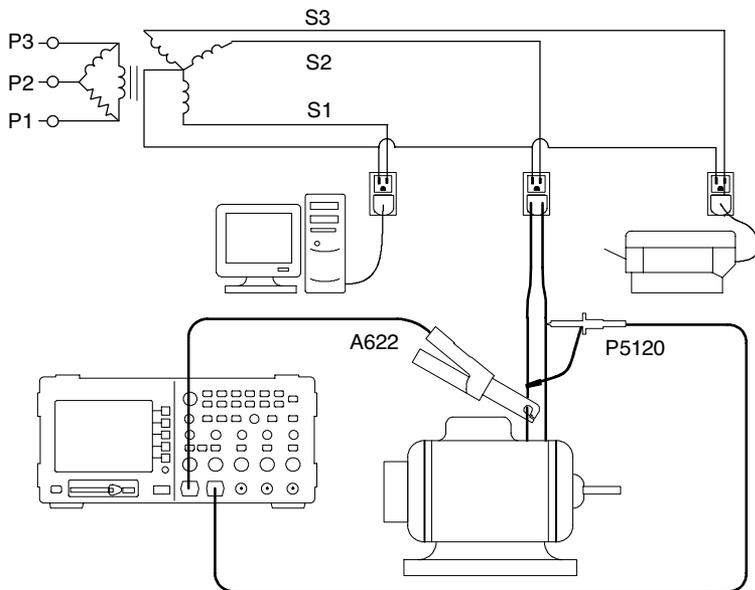
ПРИМЕЧАНИЕ. Для проведения любых измерений в приложении для анализа мощности необходимо установить ключ приложения *TPS2PWR1*.



Анализ осциллограмм

Функции меню анализа осциллограмм применяются для измерения амплитудного коэффициента и дальнейшей оценки качества электропитания. Такие измерения проводятся в офисах и на промышленных предприятиях, где нагрузка на отдельные ветви сети может изменяться, что влияет на качество электропитания подсоединенных к ним электроприборов.

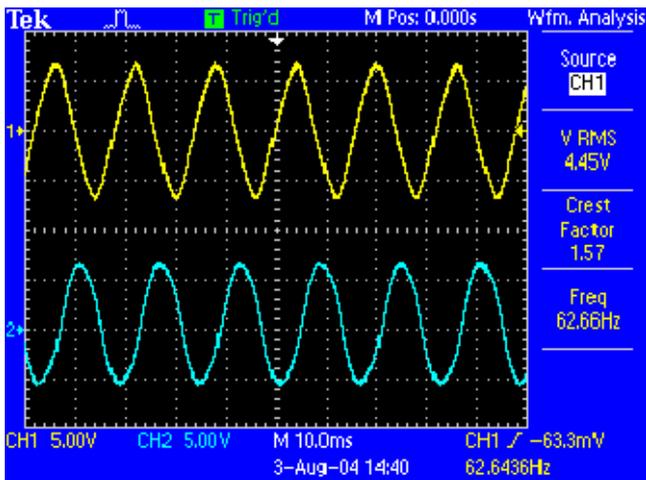
На следующем рисунке приведены примеры схем измерения амплитудного коэффициента для напряжения и тока.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В_{эфф}. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В_{эфф} следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В_{эфф}, категория II или 300 В_{эфф}, категория III) или аналогичные пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Нажмите кнопку **Waveform Analysis** (анализ осциллограмм). На правой стороне экрана появится меню анализа осциллограмм, а слева от него — исходные осциллограммы тока или напряжения. На экране осциллографа отображаются исходные осциллограммы и результаты измерения.

Функции анализа осциллограмм обеспечивают проведение измерений для анализа отдельных осциллограмм. Для выполнения этих действий требуется отдельный пробник напряжения или тока.

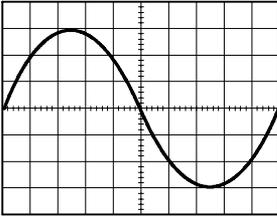


В меню устанавливаются следующие функции и значения.

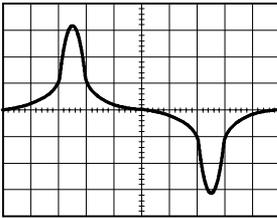
Пункт меню	Описание
Source (источник)	Выбор канала. Имеется возможность выбрать CH1, CH2 или MATH. На четырехканальных моделях имеется возможность также выбрать CH3 или CH4
Cyc RMS (среднеквадратичное значение для одного периода)	Отображение среднеквадратичного значения первого полного периода выбранной осциллограммы.
Crest Factor (амплитудный коэффициент)	Отображение отношения максимального значения по всей осциллограмме к среднеквадратичному значению первого полного периода. Отношение пикового значения сигнала к среднеквадратичному значению. Для чистого синусоидального колебания это значение равно 1,414, а для прямоугольного сигнала со скважностью 50% — 1,0. Амплитудный коэффициент по напряжению определяет чистоту питания переменного тока. Амплитудный коэффициент по току неявно определяет способность нагрузки воспринимать большие пиковые переменные токи.
Freq (частота)	Отображение частоты (значения, обратного периоду первого полного цикла).

Примеры результатов

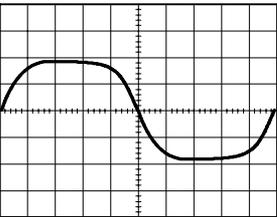
По окончании измерения проводится анализ его результатов.
На следующих рисунках приведены примеры.



Амплитудный коэффициент = 1,41.
Чистый синусоидальный сигнал.



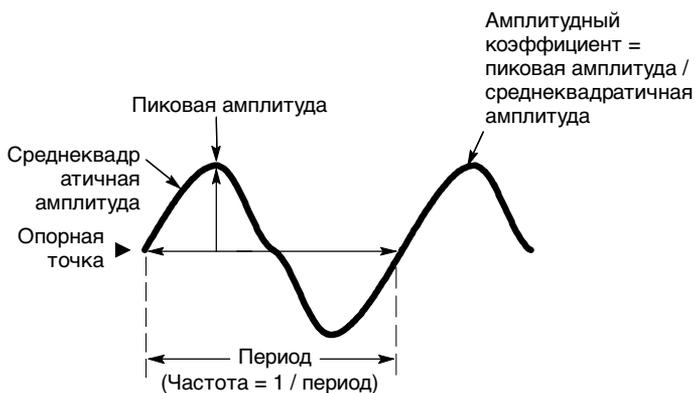
Амплитудный коэффициент > 1,41.
Выброс тока.
Характерен для нелинейных нагрузок, таких как импульсные источники питания.



Амплитудный коэффициент < 1,41.
Уплощенная осциллограмма напряжения.
Характерна для источников питания с нелинейными нагрузками.

Советы по работе

- В отличие от ряда других меню приложения для анализа мощности TPS2PWR1, меню анализа осциллограмм не включает и не выключает какие-либо каналы и не вносит никаких иных изменений в настройку осциллографа.
- На рисунке, приведенном ниже, показаны значения, используемые в данном меню.



- Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения может оказаться неверным; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или положения по вертикали или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для проведения любых измерений в приложении для анализа мощности необходимо установить ключ приложения TPS2PWR1.



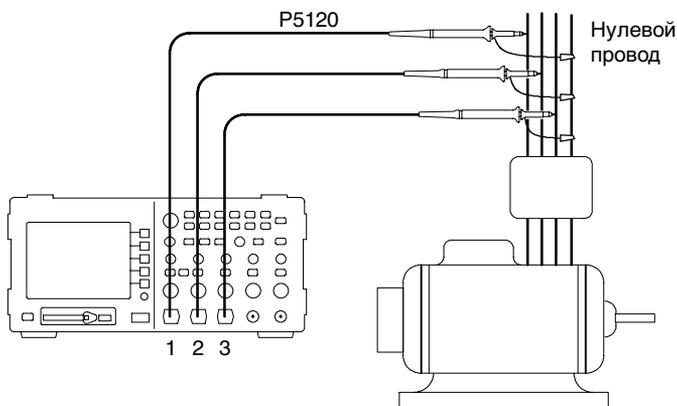
Фазовые сдвиги

Функции меню фазовых сдвигов обеспечивают проверку эффективности электрооборудования, такого как промышленные трехфазные линии электропередачи.

Например, эти функции позволяют выяснить, влияет ли сдвиг напряжения по фазе на перегрев трехфазного электродвигателя.

Поскольку каналы осциллографа изолированы и независимы, опорный вывод каждого канала должен быть подсоединен к опорной точке исследуемой схемы.

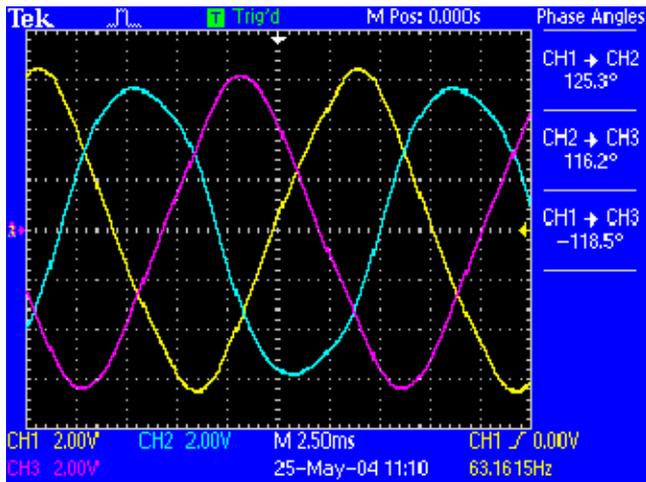
На следующем рисунке изображен один из способов подсоединения осциллографа для измерения фазовых сдвигов напряжения в электроприводе с регулируемой скоростью вращения.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В_{эфф}. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В_{эфф} следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В_{эфф}, категория II или 300 В_{эфф}, категория III) или аналогичные пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Для вызова меню фазовых сдвигов нажмите кнопку **Phase Angles** (фазовые сдвиги). В меню отображаются фазовые сдвиги между любыми двумя из трех каналов трехфазной системы.

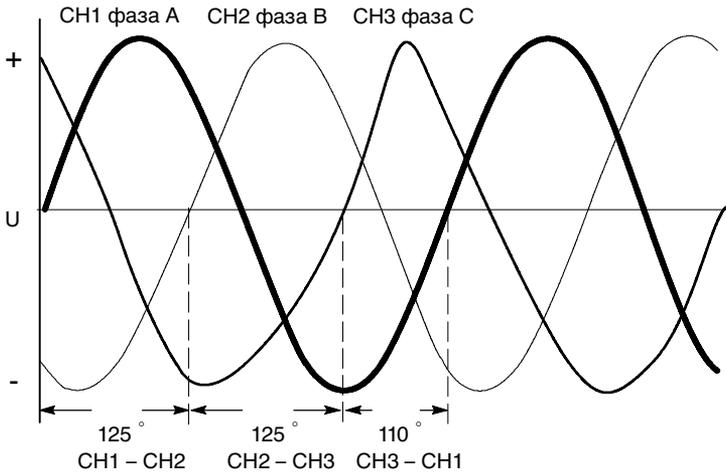
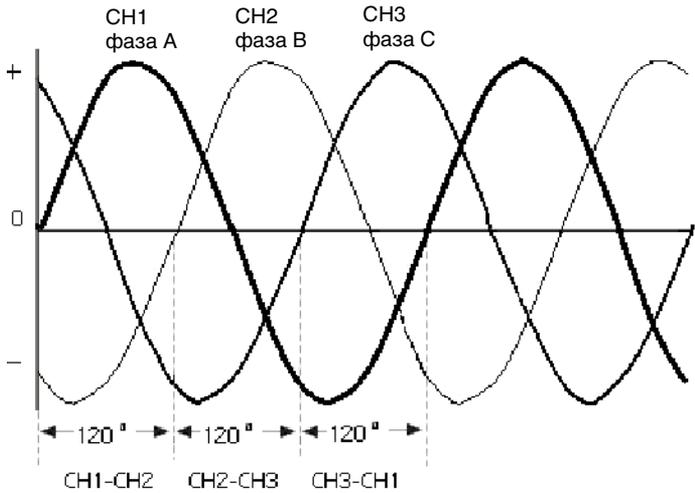
При использовании трех пробников тока и напряжения в сочетании с четырехканальным осциллографом серии TPS2000 проведение измерений упрощается. Если используется двухканальный прибор, во время измерений приходится перемещать пробники.



В меню отображаются следующие измерения.

Пункт меню	Описание
Source (источник)	<p>CH1 -> CH2 CH2 -> CH3 CH1 -> CH3</p> <p>Для двухканального осциллографа в меню отображается только фазовый сдвиг между каналами 1 и 2. Для выполнения измерений в трехфазной сети приходится перемещать пробники.</p> <p>Значения углов изменяются в пределах от -180° до $+180^\circ$.</p> <p>Угол положительный, если осциллограмма в канале с меньшим номером опережает по фазе осциллограмму с большим номером. Угол отрицательный, если осциллограмма с меньшим номером не опережает другую осциллограмму, а отстает от нее. Например, если осциллограмма в канале CH1 опережает осциллограмму в канале CH2, угол положительный. Если осциллограмма в канале CH1 отстает от осциллограммы в канале CH2, угол отрицательный.</p>

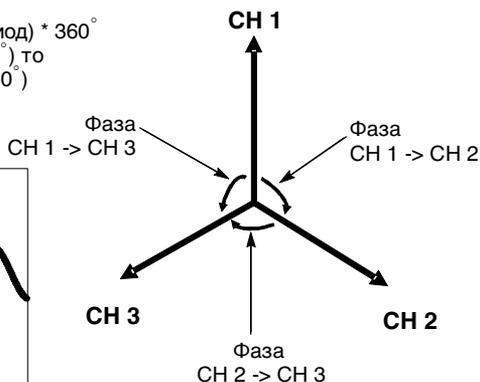
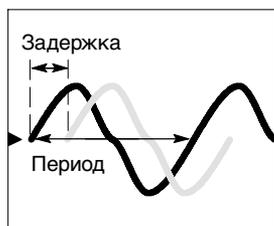
На приведенных ниже рисунках изображены примеры результатов измерений при точном 120-градусном сдвиге фаз и при неточном значении сдвига.



Советы по работе

- В данном меню вычисляются фазовые сдвиги. Измерение фазового сдвига, косинус которого равен коэффициенту мощности, выполняется в меню анализа мощности.
- На рисунке, приведенном ниже, показаны значения, используемые в данном меню.

Фаза = (задержка/период) * 360°
Если (фаза > 180°) то
фаза = фаза - 360°



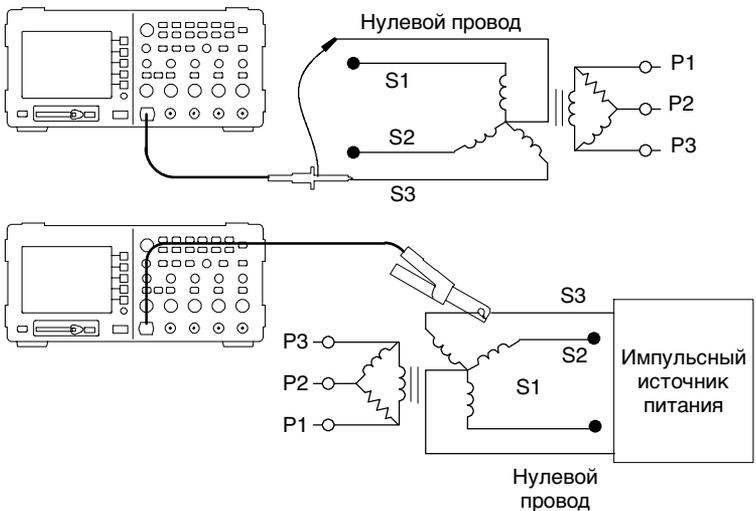
- Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения может оказаться неверным; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или положения по вертикали или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для проведения любых измерений в приложении для анализа мощности необходимо установить ключ приложения TPS2PWR1.

Гармоники

Функции меню гармоник позволяют отображать частотный спектр исходной осциллограммы и связанные с ним результаты измерений, а также решать проблемы повышения качества электропитания.

На приведенных далее схемах изображены примеры измерения гармоник напряжения и тока в проводке зданий.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В эфф. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В эфф следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В эфф, категория II или 300 В эфф, категория III) или аналогичные пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Для вызова меню гармоник нажмите кнопку **Harmonics** (гармоники). На экране осциллографа появится частотный спектр исходной осциллограммы и соответствующие результаты измерений.



В меню устанавливаются следующие функции и значения.

Пункт меню	Описание
Source (источник)	Выбор канала для измерения. Возможные варианты: CH1, CH2 и, в четырехканальных осциллографах, CH3 или CH4. Исследуются осциллограммы напряжения и тока.
Setup (настройка)	Выбирается Automatic (автоматическая), значение по умолчанию, или Manual (ручная).
Show (показать) <значение>	Выбор отображаемых гармоник. <значение> — All Harmonics (все гармоники), Odd Harmonics (нечетные гармоники) или Even Harmonics (четные гармоники)
Save Harmonics (сохранить гармоники)	Сохранение данных о гармониках в файле на плате CompactFlash. Файлу автоматически присваивается имя в формате HM1234.csv. Этот файл сохраняется в текущей папке на плате CompactFlash. Файл содержит следующие сведения для каждой из 50 и более гармоник. Величина (амплитуда) Процент от основной гармоники Частота Фазовый сдвиг При сохранении записывается осциллограмма гармоник и исходная осциллограмма во временной области. Как правило, содержимое CSV-файла гармоник просматривается на персональных компьютерах. Вызов из памяти содержимого этого файла на осциллографе не предусмотрен.

Органы автоматической настройки задают сохранение настроек при входе в меню гармоник и их восстановление при выходе.

Функция автоматической настройки выполняет следующие действия:

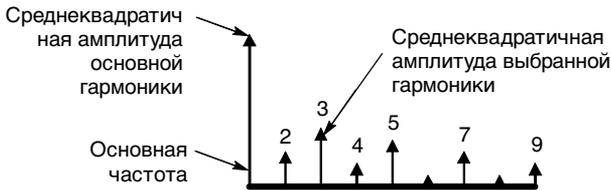
- Установка в ноль положения по вертикали в исходном канале.
- Установка в канале вертикального отклонения связи по постоянному току при включенном ограничении полосы пропускания.
- Настройка в исходном канале масштаба по вертикали таким образом, чтобы амплитуда сигнала была не менее двух делений.
- Выбор исходного канала в качестве источника сигнала синхронизации.
- Установка синхронизации по нарастающему фронту при связи по постоянному току.
- Установка уровня синхронизации равным среднему уровню сигнала в исходном канале.
- Настройка масштаба по горизонтали таким образом, чтобы захватить от трех до пяти периодов исходного сигнала.
- Настройка режима регистрации с усреднением при усреднении по 16 осциллограммам.

Советы по работе

- Если выбран параметр “All Harmonics” (все гармоники), осциллограф вычисляет первые 50 гармоник, в противном случае вычисляются первые 25 нечетных или четных гармоник.
- Осциллограф отображает следующие данные.
 - Номер выбранной гармоники
 - Частота отдельной выбранной гармоники
 - Амплитуда и процент от основной гармоники для выбранной гармоники
 - Фазовый сдвиг отдельной выбранной гармоники по отношению к основной гармонике
- Подробный просмотр отдельных гармоник осуществляется поворотом многофункциональной ручки осциллографа. При повороте ручки по часовой стрелке номер выбранной гармоники увеличивается (например, 1, 2, 3, 4, ...) при повороте против часовой стрелки номер выбранной гармоники уменьшается.
- Осциллограф одновременно отображает 13 последовательных гармоник. Чтобы просмотреть гармоники, не поместившиеся на экране, следует повернуть многофункциональную ручку. При повороте по часовой стрелке за пределы первой гармоники появится гармоника, следующая за последней отображаемой, при повороте против часовой стрелке появится гармоника, предшествующая первой отображаемой.

- При анализе гармоник отображаются только данные о гармониках сигнала с частотами 40 – 450 Гц. Для просмотра гармоник сигналов с основной частотой, лежащей вне указанных границ, или спектральной информации на частотах, не являющихся гармониками основной частоты, применяется функция FFT (БПФ) из меню MATH (математика). Отображение данных в функции БПФ отличается от отображения в приложении для анализа гармоник.
- Если для управления настройкой меню гармоник установлен параметр Automatic (автоматическая), то при входе в меню гармоник выполняется изменение настроек осциллографа, обеспечивающее оптимальное отображение гармоник. При выходе из меню восстанавливаются предыдущие настройки осциллографа.
- Ручная настройка. Если выбрана ручная настройка параметров осциллограммы для исследования гармоник, то при выходе из меню гармоник предыдущие настройки осциллографа не восстанавливаются.

- Приведенный далее рисунок поясняет значения, используемые в этом меню.



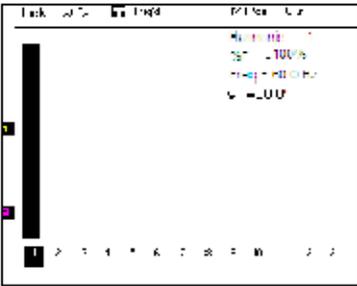
Суммарный коэффициент гармоник (THD) = отношение мощности гармоник к мощности основной гармоники

- Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения неверен; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

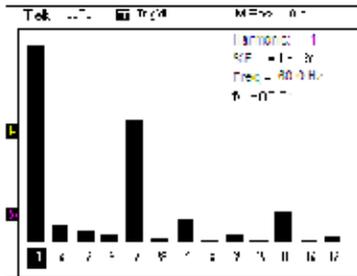
ПРИМЕЧАНИЕ. Для проведения любых измерений в приложении для анализа мощности необходимо установить ключ приложения *TPS2PWR1*.

Примеры результатов

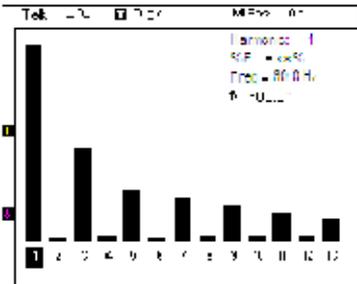
По окончании измерения проводится анализ его результатов. На следующих рисунках приведено несколько примеров.



Чистая гармоника сигнала напряжения в сети при отсутствии высших гармоник и нагрузки.
 $V(\text{эфф}) = 120 \text{ В}$
 $\text{THD} = 0$



5-я, 7-я, 11-я и 13-я гармоники напряжения на регулируемом по скорости электроприводе с шестью выпрямителями.
 $V(\text{эфф}) = 120 \text{ В}$
 $\text{THD} = 135\%$



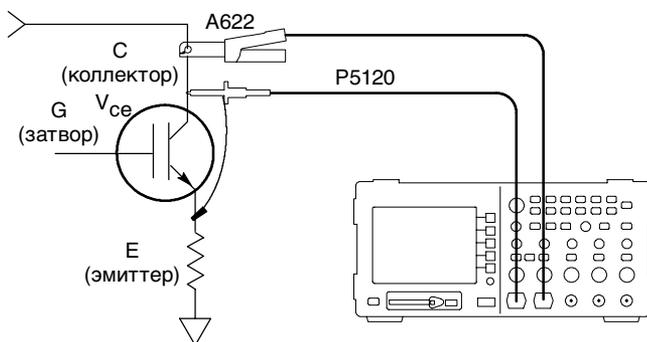
Нечетные гармоники (3-я, 5-я, 7-я, 9-я, 11-я и 13-я) напряжения на импульсном источнике питания.
 $V(\text{эфф}) = 120 \text{ В}$
 $\text{THD} = 90\%$

Потери на переключение

Функции потерь на переключение используются при определении потерь мощности во время включения и выключения в импульсных источниках питания на биполярных транзисторах с изолированным затвором и аналогичных схемах. Для определения потерь на переключение требуется как пробник напряжения, так и пробник тока.

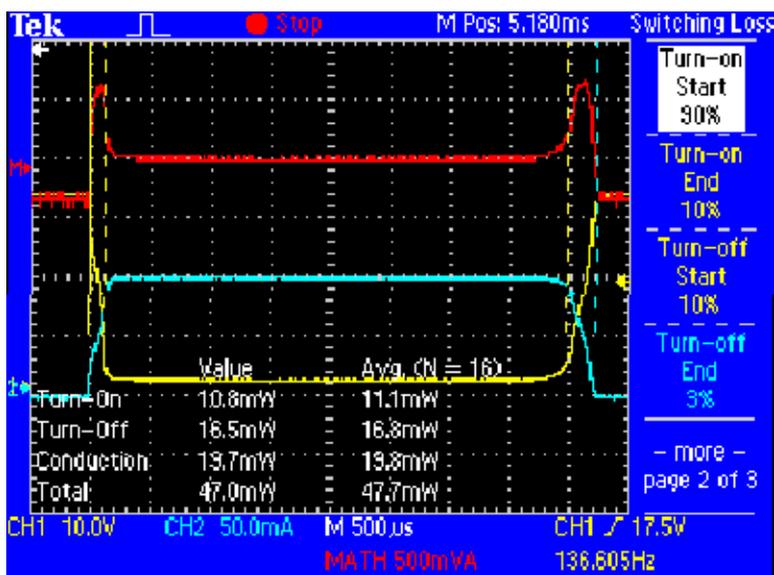
С помощью измерения потерь на переключение можно определять эффективность работы электроприводов с регулируемой скоростью.

На рисунке приведен пример схемы измерения потерь на переключение. Изолированный плавающий пробник напряжения, например P5120, или дифференциальный пробник напряжения, например P5200, подключается к эмиттеру и коллектору транзистора. С помощью токового пробника, например A622, измеряется ток коллектора.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В эфф. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В эфф следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В эфф, категория II или 300 В эфф, категория III) или аналогичные пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Для входа в меню потерь на переключение нажмите кнопку **Switching Loss** (потери на переключение). На экране осциллографа появляются исходные осциллограммы напряжения и тока, соответствующие результаты измерений, автоматически выполняется настройка и отображение расчетной осциллограммы мгновенной мощности (В*А).



На странице 1 меню потерь на переключение имеются следующие пункты.

Пункт меню	Описание
Sources (исходные сигналы)	Выбор каналов (CH1 и CH2) или (CH3 и CH4), в каждой паре представлены осциллограммы напряжения и тока. Для двухканального осциллографа в меню отображается только вариант (CH1 и CH2).
V SAT (напряжение насыщения)	Ввод напряжения насыщения ключевого транзистора при включенном тестируемом устройстве. Это значение берется из спецификации на тестируемое устройство. Ввод значения выполняется с помощью многофункциональной ручки на передней панели.
Use Default Levels (использовать уровни по умолчанию)	При нажатии этой кнопки области включения, проводящего состояния и выключения определяются в соответствии со значениями уровней по умолчанию.
Save Meas (сохранить измерения)	При нажатии этой кнопки результаты измерений потерь на переключение сохраняются в виде CSV-файла на плате CompactFlash.

На странице 2 меню потерь на переключение имеются следующие пункты.

Пункт меню	Описание
Turn-on Start (начало включения)	После нажатия этой кнопки, перемещая курсор с помощью многофункциональной ручки, выберите на фронте осциллограммы напряжения уровень в процентах, отличающийся от принятого по умолчанию (90%)
Turn-on End (конец включения)	После нажатия этой кнопки, перемещая курсор с помощью многофункциональной ручки, выберите на фронте осциллограммы напряжения уровень в процентах, отличающийся от принятого по умолчанию (10%)
Turn-on Start (начало выключения)	После нажатия этой кнопки, перемещая курсор с помощью многофункциональной ручки, выберите на фронте осциллограммы напряжения уровень в процентах, отличающийся от принятого по умолчанию (10%)
Turn-on End (конец выключения)	После нажатия этой кнопки, перемещая курсор с помощью многофункциональной ручки, выберите на фронте осциллограммы тока уровень в процентах, отличающийся от принятого по умолчанию (10%)

На странице 3 меню потерь на переключение имеются следующие пункты.

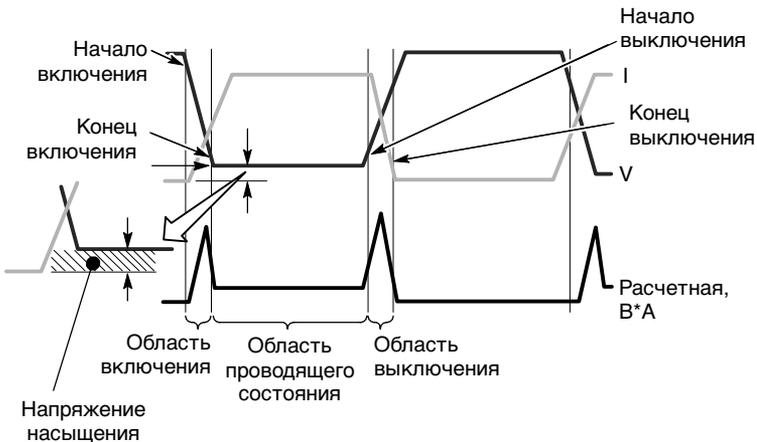
Пункт меню	Описание
Acquire Continuously (непрерывная регистрация)	Если эта кнопка нажата, осциллограф непрерывно регистрирует осциллограммы, вычисляет значения измерений и отображает их.
Stop After N Meas (стоп после N измерений)	После нажатия этой кнопки установите с помощью многофункциональной ручки количество измерений. В этом режиме осциллограф выполняет измерения по результатам N регистраций и останавливается. Результаты измерений сохраняются в осциллографе. На экране отображаются усредненные значения измерений. По нажатию кнопки Save Meas. (сохранить измерения) на странице 1 меню потерь на переключение выполняется сохранение в файле подробных сведений для каждого из N измерений.
Units (единицы измерения)	Выбор отображения результатов измерений в ваттах или джоулях. Измерения в ваттах позволяют оценить, какая мощность расходуется в тестируемом устройстве, а измерения в джоулях — сравнить реальные параметры устройства с его техническими характеристиками.

Следующие измерения потерь на переключение отображаются в масштабной сетке.

Пункт меню	Описание
Turn-on Loss (потери при включении)	<p>Отображение потерь мощности, в ваттах или джоулях, при переходе устройства из выключенного состояния во включенное.</p> <p>Потери при включении — это площадь под осциллограммой VA (ВА) за время между началом и концом включения.</p>
Turn-off Loss (потери при выключении)	<p>Отображение потерь мощности, в ваттах или джоулях, при переходе устройства из включенного состояния в выключенное.</p> <p>Потери при выключении — это площадь под осциллограммой VA (ВА) за время между началом и концом выключения.</p>
Conduction Loss (потери в проводящем состоянии)	<p>Отображение потерь мощности, в ваттах или джоулях, за время нахождения устройства во включенном проводящем состоянии.</p> <p>Потери в проводящем состоянии вычисляются перемножением осциллограммы тока на напряжение насыщения транзистора и интегрированием по интервалу, ограниченному уровнями фронтов. В алгоритме используется введенное пользователем напряжение насыщения, а не значение, определенное по осциллограмме напряжения, поскольку в проводящем состоянии этот уровень на осциллограмме обычно слишком мал, чтобы его измерить.</p>
Total Loss (суммарные потери)	<p>Отображение суммы потерь на включение, выключение и потерь в проводящем состоянии.</p>

Советы по работе

- В соответствии с алгоритмом определения потерь на переключение определяются потери на трех интервалах: включение, проводящее состояние и выключение. Эти три периода определяются в алгоритме по четырем ограничивающим их моментам времени. Эти моменты определяются следующим образом.
 - Начало включения — уровень (по умолчанию 90%) на спадающем фронте осциллограммы напряжения.
 - Конец включения — уровень (по умолчанию 10%) на спадающем фронте осциллограммы напряжения.
 - Начало выключения — уровень (по умолчанию 10%) на нарастающем фронте осциллограммы напряжения.
 - Конец выключения — уровень (по умолчанию 10%) на первом спадающем фронте осциллограммы тока, появляющемся после начала выключения. В отличие от других моментов, определяемых по осциллограмме напряжения, этот момент задается по осциллограмме тока.
- На рисунке, приведенном ниже, показаны значения, используемые в данном меню.



- Команды страницы 2 меню позволяют перемещать курсоры, задающие процентные уровни на осциллограммах. Для перемещения курсоров и изменения процентных уровней используется многофункциональная ручка.

Ватты и джоули

Потери в течение одного цикла переключения измеряются в джоулях. Один джоуль равен вольт*ампер*секунду. По умолчанию потери представляются в ваттах. При необходимости можно представить их в джоулях. Значение в ваттах вычисляется умножением значения в джоулях на частоту синхронизации, которая предполагается равной частоте переключения.

Порядок настройки

Сначала настройте осциллограф так, чтобы на экране отображался один цикл переключения. Как правило, настройка выполняется следующим образом.

1. Настройте канал 1 с пробником напряжения. В меню канала установите ослабление пробника. Подсоедините наконечник пробника к коллектору биполярного транзистора с изолированным затвором. Подсоедините опорный вывод к эмиттеру транзистора.
2. Настройте канал 2 с пробником тока. В меню канала установите масштаб пробника. Подсоедините токовый пробник к выводу коллектора. Вместо этого можно подсоединить токовый пробник к выводу эмиттера. Однако в ток эмиттера входит и ток затвора, который может составлять значительную величину.
3. В качестве источника сигнала синхронизации выберите канал 1.
4. Для предварительной настройки нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка).
5. Установите наклон запуска **Falling** (ниспадающий).
6. При наличии значительных помех на осциллограммах нажмите на передней панели кнопку **ACQUIRE** (сбор данных) и выберите в боковом меню пункт **Average** (усреднение).
7. Нажмите на передней панели кнопку **APPLICATION** (приложение), а затем в боковом меню выберите пункт **Switching Loss** (потери на переключение).
8. Настройте масштаб и положение по горизонтали так, чтобы на осциллограмме напряжения был виден один спадающий и один нарастающий фронт.
9. Настройте масштаб по вертикали в канале 1, канале 2 и для расчетной осциллограммы так, чтобы амплитуда каждой осциллограммы превышала два деления, при отсутствии ограничения.

В нижней части масштабной сетки осциллографа появятся результаты измерения потерь. Если на экране отсутствует информация, необходимая для какого-либо измерения, вместо результата измерения отображается знак вопроса.

Порядок измерений

Для различных источников питания применяется различный порядок измерения.

Если частота переключения источника питания постоянная при постоянной скважности, а время нахождения в проводящем состоянии относительно мало, хорошие результаты дает настройка, описанная выше.

Если частота переключения сигнала постоянная при постоянной скважности, но время нахождения в проводящем состоянии относительно велико по отношению к времени включения и выключения, точное измерение во всех трех областях одновременно может оказаться невозможным. В этом случае с помощью органов управления положением и масштабом по горизонтали увеличьте и сместите осциллограмму в область включения, а затем выполните измерение потерь при включении. Затем сместите осциллограмму в область выключения и измерьте потери при выключении. И, наконец, измените настройку так, чтобы на экране отображался полный цикл переключения, и измерьте потери в проводящем состоянии.

Если частота переключения сигнала постоянная при переменной скважности, хорошие результаты измерения можно получить с помощью функции Stop After N Measurements (стоп после N измерений). Выполните следующие действия.

1. Настройте осциллограф так, чтобы один цикл сбора данных перекрывал переключение при самой большой скважности.
2. Перейдите на страницу 3 меню потерь на переключение и выберите режим **Stop After N Measurements** (стоп после N измерений).
3. Вращая многофункциональную ручку, установите достаточно большое значение N, чтобы получить полноценную выборку измерений при разных значениях скважности. Для этого, возможно, придется поэкспериментировать.
4. Нажмите кнопку **RUN** (запуск).
5. После того, как осциллограф выполнит заданное число измерений, проверьте средние значения, выведенные на экран. Для просмотра результатов отдельных измерений перейдите на страницу 1 меню и нажмите кнопку **Save Meas** (сохранить измерения). Подробные данные будут сохранены в файле на плате CompactFlash.

- Если после результата измерения или вместо этого результата отображаются вопросительные знаки, произошло переполнение или другая ошибка. Результат измерения может оказаться неверным; возможно также наличие опасного напряжения. Измените настройку масштаба или положения по вертикали или нажмите кнопку **AUTOSET** (автоустановка) на передней панели.

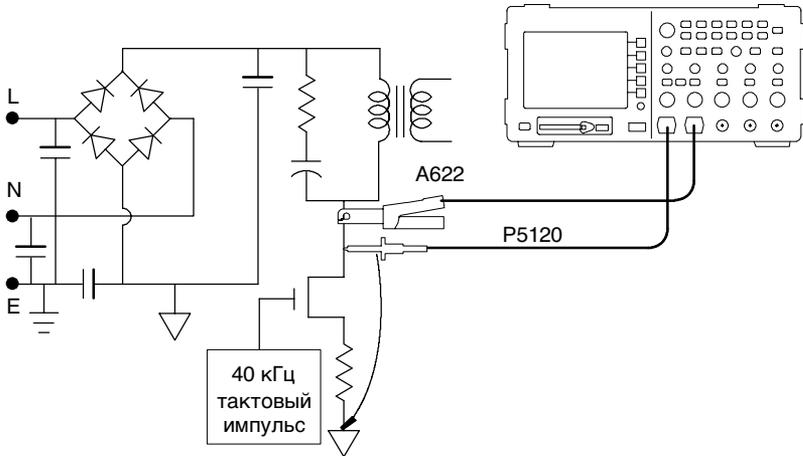
ПРИМЕЧАНИЕ. Для проведения любых измерений в приложении для анализа мощности необходимо установить ключ приложения *TPS2PWR1*.

Измерения dY/dT

Это меню обеспечивает измерение наклона (скорости изменения) сигналов.

Параметр Y может быть напряжением, током или произведением напряжения и тока.

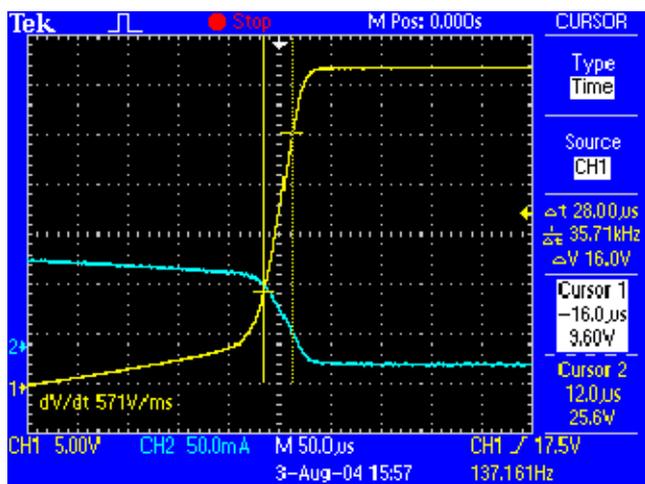
На рисунке приведен пример схемы измерения dY/dT .



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать 30 В эфф. При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше 30 В эфф следует применять пробники P5120 (напряжение до 600 В эфф, категория II или 300 В эфф, категория III) или аналогичные пассивные пробники, высоковольтные пробники или высоковольтные дифференциальные пробники с соответствующими параметрами.

Для выбора измерения dY/dT нажмите кнопку **Cursor** (курсор) на передней панели и кнопку **Type** (тип) в появившемся боковом меню Cursor (курсор). Результат измерения отображается в левой нижней области масштабной сетки.

Курсоры выделяют часть осциллограммы, для которой проводится измерение. Измерения dY/dT доступны только при вставленном ключе приложения для анализа мощности.



Технические характеристики P5120

Гарантированные технические характеристики пробника P5120, выделенные полужирным шрифтом в табл. 2-1, приведены в разделе *Проверка технических характеристик* документа *Инструкция для высоковольтного пассивного пробника P5120* (серийный номер Tektronix 071-1463-00). Для негарантированных технических характеристик приведены типичные значения (табл. 2-2 и 2-3), предоставленные для общего сведения.

Технические характеристики относятся к пробнику P5120, установленному на осциллографе Tektronix серии TPS2000. Прибор должен быть прогрет в течение, по крайней мере, 20 минут; условия эксплуатации должны удовлетворять требованиям табл. 2-4.

Таблица 2-1: Гарантированные электрические характеристики

Ослабление (при связи по постоянному току)	20X, $\pm 2\%$	
Полоса пропускания (по уровню -3 дБ при связи по постоянному току)	От 0 до 200 МГц (TPS2024) От 0 до 100 МГц (TPS2012, TPS2014)	
Максимальное допустимое входное напряжение	Категория установки IEC 1010-1	
	II	III
Между наконечником и опорным выводом пробника или между наконечником пробника и заземлением (См. рис. 2-1).	1000	600
Между наконечником пробника и заземлением (См. рис. 2-2).	600	300
Безопасность	UL 61010B-2-031; 2003 CSA 22.2 No. 1010.2-031, 1994 EN 61010-031 2002	
Категория установки IEC	Категория II	
Уровень загрязнения IEC	Уровень 2	

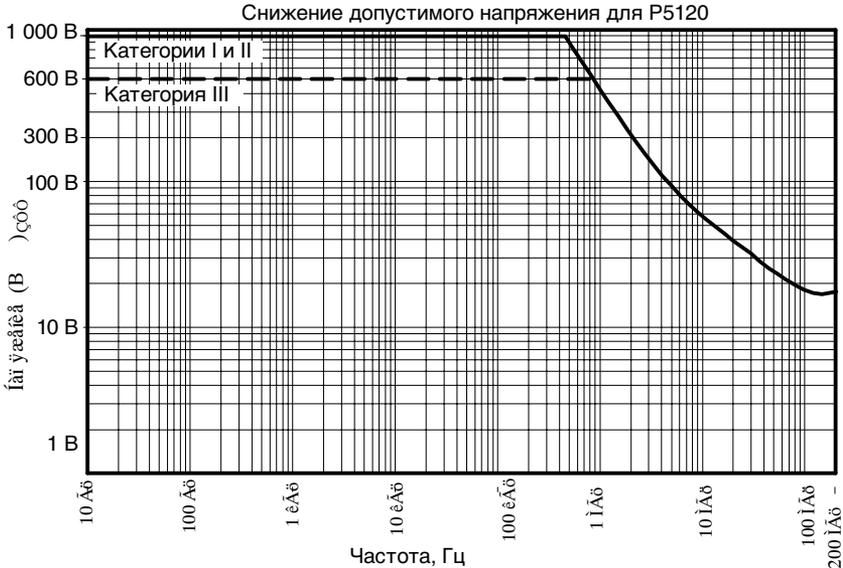


Рис. 2-1: Графики максимального снижения допустимого напряжения ($V_{эфф}$, связь по постоянному току) между наконечником пробника и опорным выводом пробника или заземлением

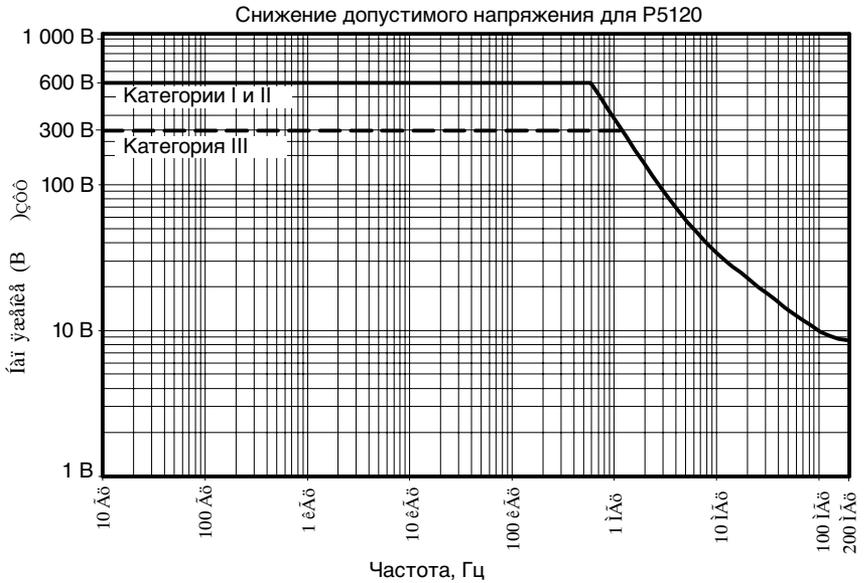


Рис. 2-2: Графики максимального снижения допустимого напряжения ($V_{эф}$: связь по постоянному току) между наконечником пробника и или заземлением

Таблица 2-2: Типичные электрические характеристики

Время нарастания (при работе в системе) Проверяется с использованием дополнительного адаптера с байонетным разъемом	< 3,6 нс (TPS2012, TPS2014) < 2,2 нс (TPS2024) Типичные значения
Входное сопротивление (при работе в системе) См. рис. 2-3	5 МОм
Входной фазовый сдвиг (при работе в системе)	(См. рис. 2-4)
Диапазон компенсации	От 15 до 25 пФ
Входная емкость (при работе в системе) Для пробника, подключенного к прибору, после проведения компенсации. Измеряется на частоте 1 МГц	11,2 пФ

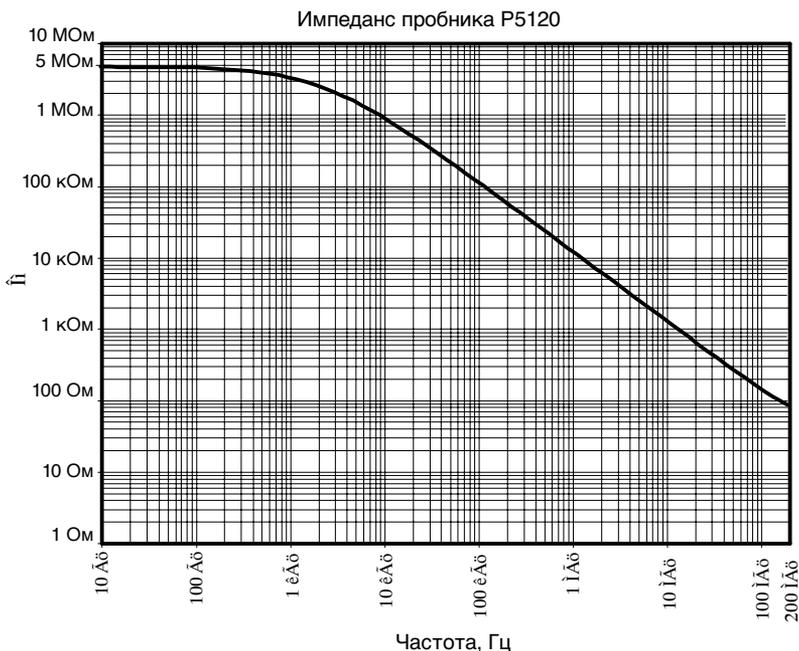


Рис. 2-3: Типичный входной импеданс

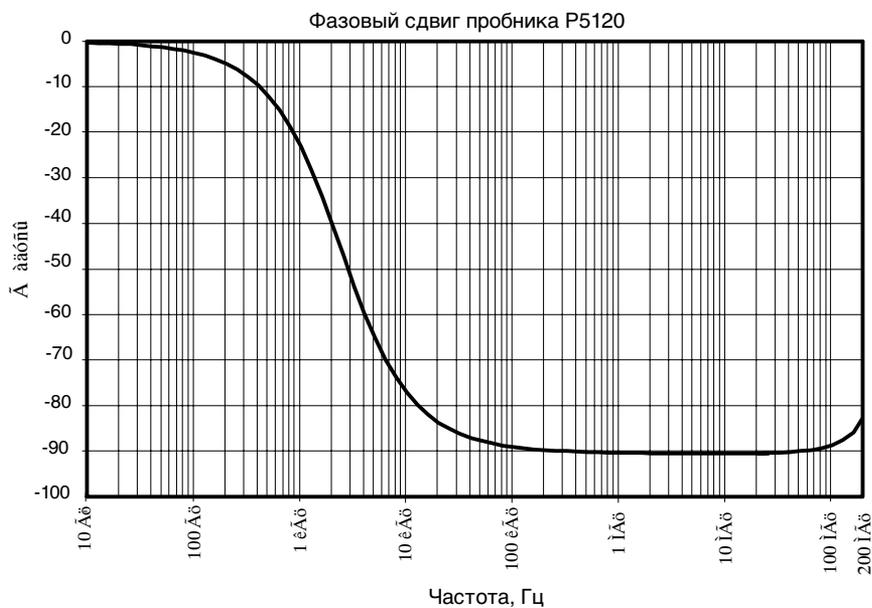


Рис. 2-4: Типичный входной фазовый сдвиг

Таблица 2-3: Типичные механические характеристики

Масса нетто (с принадлежностями)	0,26 кг
Длина кабеля	3 м (+- 3 см)

Таблица 2-4: Условия эксплуатации

Температура	При эксплуатации: от 0 °C до +50 °C
	При хранении: от -40 °C до +71 °C
Влажность	При эксплуатации: Верхнее значение: 50 °C/60% относительной влажности Нижнее значение: 30 °C/60% относительной влажности
	При хранении: Верхнее значение: от 55 °C до 71 °C, 60% относительной влажности Нижнее значение: от 0 °C до 30 °C, ≤ 90% относительной влажности
Транспортировка	Стандарт Tektronix 062-0937-00 версия C
Высота над уровнем моря	При эксплуатации: 4 600 м
	При хранении: 12 192 м