

DPO3PWR и DPO4PWR
Модули анализа систем питания
Руководство по эксплуатации



DPO3PWR и DPO4PWR
Модули анализа систем питания
Руководство по эксплуатации

Редакция А

www.tektronix.com
077-0244-00

Tektronix

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

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 и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

TEKPROBE является зарегистрированным товарным знаком Tektronix, Inc.

Как связаться с корпорацией Tektronix

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле www.tektronix.com.

Оглавление

Общие правила техники безопасности.....	iii
Предисловие.....	v
Установка модуля прикладных программ.....	1
Выбор оборудования.....	1
Номинальные характеристики.....	2
Установка ключа модуля прикладных программ.....	2
Приступая к работе.....	5
Компенсация временного запаздывания пробников.....	7
Измерение качества питания.....	11
Измерение потерь переключения.....	14
Измерение гармонических искажений.....	17
Измерение пульсаций.....	20
Измерение модуляции.....	22
Измерение области безопасной работы.....	24
Выполнение измерений di/dt и dV/dt	26
Предметный указатель.....	

Общие правила техники безопасности

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

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

Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом.

Во время работы с прибором может потребоваться доступ к другим компонентам системы. Прочтите разделы по технике безопасности в руководствах по работе с другими компонентами и ознакомьтесь с мерами предосторожности и предупреждениями, связанными с эксплуатацией системы.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

Используйте соответствующий кабель питания. Подключение к электросети должно выполняться только кабелем, разрешенным к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет производиться 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 или отсоединением токового пробника необходимо обесточить проверяемую цепь.

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

Используйте защитное заземление. Прибор заземляется через провод защитного заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий контакт кабеля питания должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подсоединение к выходам и входам прибора.

Соблюдайте ограничения на параметры разъемов. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору.

Опорный вывод пробника следует подсоединять только к заземлению.

Не подавайте на разъемы, в том числе на разъем общего провода, напряжение, превышающее допустимое для данного прибора номинальное значение.

Не подсоединяйте токовый пробник к проводникам, несущим напряжение выше предела, допустимого для токового пробника.

Отключение питания. Отсоедините шнур питания прибора от источника питания. Не следует перекрывать подход к шнуру питания; он должен всегда оставаться доступным для пользователя.

Не используйте прибор с открытым корпусом. Использование прибора со снятым кожухом или защитными панелями не допускается.

Не пользуйтесь неисправным прибором. Если имеется подозрение, что прибор поврежден, передайте его для осмотра специалисту по техническому обслуживанию.

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

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

Используйте соответствующий предохранитель. К применению допускаются только предохранители, типы и номиналы которых соответствуют требованиям для данного прибора.

Пользуйтесь средствами для защиты зрения. При наличии интенсивных световых потоков или лазерного излучения используйте средства для защиты зрения.

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 изделия содержатся в руководстве.

Условные 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.

Символы и условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список возможных обозначений на изделии.

- 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 изделия и другого имущества.

Ниже приводится список символов на изделии.



Предисловие

В этом руководстве описана эксплуатация модулей анализа систем питания DPO4PWR и DPO3PWR, обеспечивающих автоматическое выполнение многих типовых измерений питания в области качества питания и гармонических искажений, скорости нарастания выходного напряжения, потерь переключения, области безопасной работы, пульсаций и модуляции.

Модуль DPO4PWR работает с осциллографами серий MSO4000 и DPO4000.

Модуль DPO3PWR работает с осциллографами серии DPO3000.

Специфический анализ учитывает следующие показатели:

- качество питания;
- потери переключения;
- гармонические искажения;
- пульсация;
- модуляция;
- область безопасной работы;
- скорость нарастания выходного напряжения.

Установка модуля прикладных программ

Выбор оборудования

Для выполнения измерений питания используйте соответствующее оборудование, например следующее:

- Осциллограф серии MSO4000 или DPO4000 с микропрограммным обеспечением версии 2.17 или более поздней и установленным модулем прикладных программ DPO4PWR
- Осциллограф серии DPO3000 с микропрограммным обеспечением версии 1.10 или более поздней и установленным модулем прикладных программ DPO3PWR
- Дифференциальный пробник, например TDP0500, TDP1000 или P5205
- Адаптер TPA – BNC для пробников
- Токовый пробник, например TSP0030 или TSP0150
- Генератор импульсов компенсации временного запаздывания ТЕК-DPG
- Устройство для компенсации временного запаздывания и калибровки при измерениях питания (067-1686-XX)

Номинальные характеристики

Серия DPO3000	Каналы 1 – 4: 1 МОм, максимум 300 В _{ср. кв.} (категория II), или 50 Ом, максимум ± 5 В _{ср. кв.} (категория I), или 75 Ом, максимум ± 5 В _{ср. кв.} (категория I) Дополнительный вход: максимум 300 В _{ср. кв.} (категория II)
Серии MSO4000 и DPO4000	Каналы 1 – 4: 1 МОм, максимум 250 В _{ср. кв.} (категория I), или 50 Ом, максимум ± 5 В _{ср. кв.} (категория I)
Пробник TDP0500	Пробник напряжения: номинально 30 В _{ср. кв.} , максимум 42 В _{пост.} + пиковое напряжение переменного тока
Пробник P5205	Пробник напряжения: номинально 1000 В _{ср. кв.} максимум (категория II)
Адаптер TPA – BNC	Адаптер пробника: номинально 30 В _{ср. кв.} , максимум 42 В _{пик.} или максимум 60 В _{пост.}
Пробник TCP0030	Токовый пробник: предназначен только для изолированного провода (изоляция провода должна соответствовать имеющемуся напряжению), максимум 30 А _{ср. кв.}
Пробник TCP0150	Токовый пробник: номинально для 600 В _{ср. кв.} , максимум 150 А (категория II)

Более подробные технические характеристики см. в руководствах по эксплуатации для этих продуктов. Копии руководств по эксплуатации Tektronix см. на веб-сайте www.tektronix.com/manuals

ПРИМЕЧАНИЕ. При выполнении измерений сети электропитания (категория II) с помощью осциллографов серии MSO4000 и DPO4000 используйте соответствующий пробник с ослаблением, предназначенный для измерений категории II.

Категории избыточного напряжения определяются следующим образом:

Категория II – линии питания в помещениях, бытовые электроприборы, портативное оборудование

Категория I – уровень сигналов, специальное оборудование или компоненты, телекоммуникационное оборудование, электроника

Установка ключа модуля прикладных программ

Чтобы установить модуль прикладных программ DPO4PWR или DPO3PWR в совместимый осциллограф, выполните указанные ниже действия.

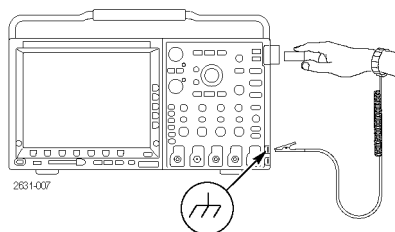
Базовая установка

Выполните требования по электростатической безопасности

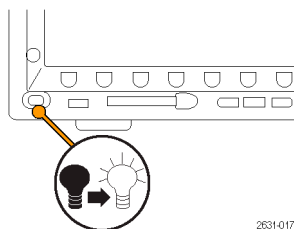
1. Во избежание повреждения осциллографа или модуля прикладных программ соблюдайте соответствующие меры предосторожности, предотвращающие возникновение электростатического разряда. Используйте электростатический браслет.

Вставьте ключ модуля прикладных программ

2. Выключив осциллограф, вставьте ключ модуля анализа систем питания в соответствующий разъем справа от дисплея.



3. Включите осциллограф нажатием кнопки. Дождитесь появления изображения.




4. Нажмите на передней панели кнопку **Utility**.
5. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **О программе**. Убедитесь, что осциллограф сообщает об обнаружении копии модуля анализа систем питания и о версии микропрограммного обеспечения 2.17 или более поздней для осциллографов серии MSO4000 и DPO4000 и версии 1.10 или более поздней для осциллографов серии DPO3000.

Дальнейшие сведения об общей настройке осциллографа см. в *Руководстве по эксплуатации осциллографов серии MSO4000 и DPO4000* или *Руководстве по эксплуатации осциллографов серии DPO3000*.

Проверка установки модуля и устранение неполадок установки

Используйте следующую таблицу для проверки установки модуля прикладных программ.

Проверяемый модуль	Кнопка на передней панели, которую требуется нажать	Событие, которое должно произойти
DPO4PWR или DPO3PWR		В нижнем экранном меню появляется пункт Application Power (приложение анализа систем питания)

Если осциллограф не обнаруживает модуль прикладных программ, выполните следующие действия:

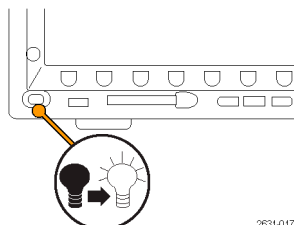
1. Выключите осциллограф.
2. Выполните приведенные выше рекомендации по электростатической безопасности.
3. Извлеките модуль прикладных программ.
4. Проверьте отсутствие повреждений контактов модуля прикладных программ.
5. Вставьте модуль прикладных программ обратно в осциллограф.
6. Включите осциллограф. Если на осциллографе по-прежнему не отображается пункт меню приложения, это означает, что возникла неисправность модуля прикладных программ или его разъема. Для устранения этой неисправности обратитесь в ближайший сервисный центр компании Tektronix.

Приступая к работе



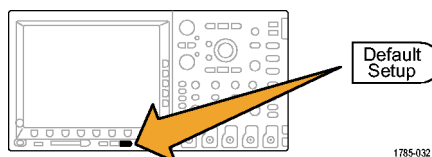
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током не превышайте допустимые пределы измерения напряжений на входных разъемах BNC осциллографа, наконечнике пробника или проводе заземления (опорного сигнала) пробника. Осциллографы и пробники для измерений относительно земли не предназначены для измерений с плавающим потенциалом.

1. Включите осциллограф.
Дождитесь появления изображения.

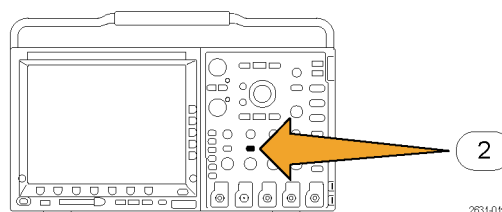


2. Подключите пробники к осциллографу, если это еще не сделано. Для выполнения измерений питания пробник напряжения вставляется в канал 1, а токовый пробник – в канал 2.

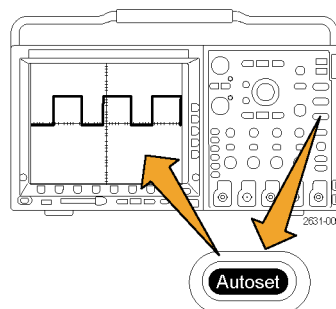
3. Нажмите кнопку **Default Setup**, чтобы установить осциллограф в известное состояние.



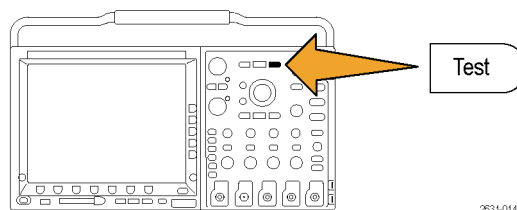
4. Нажмите канал **2**, чтобы активировать этот канал.



5. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



6. Нажмите кнопку **Тест**.



7. Нажмите кнопку **Анализ**.

Приложение	Анализ						
------------	--------	--	--	--	--	--	--

8. С помощью кнопок бокового экранную меню выберите требуемую функцию анализа.

Можно выбрать один из следующих вариантов: качество питания, потери переключения, гармонические искажения, пульсация, модуляция, область безопасной работы и компенсация временного запаздывания.

Дальнейшие сведения об общей настройке осциллографа см. в *Руководстве по эксплуатации осциллографов серии MSO4000 и DPO4000* или *Руководстве по эксплуатации осциллографов серии DPO3000*.

Компенсация временного запаздывания пробников

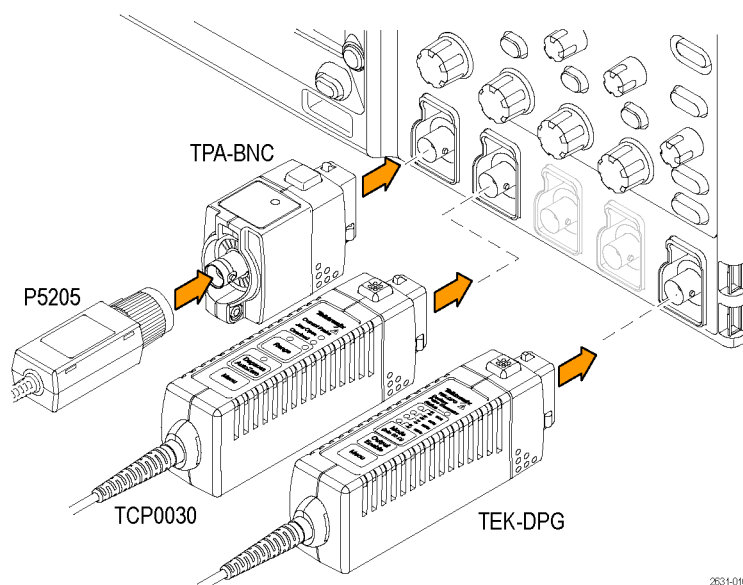
Выполните процедуру компенсации временного запаздывания в соответствии с задержками пробников. У различных пробников разные задержки сигнала между наконечником пробника и осциллографом. Многие из пользователей осциллографов не заботятся об этом, так как они используют пробники одного типа для всех каналов. Однако пользователи, выполняющие измерения питания, часто одновременно применяют как пробники напряжения, так и токовые пробники. Задержка, вносимая токовым пробником, обычно больше задержки, вносимой пробником напряжения, поэтому настройка значений компенсации временного запаздывания становится важной процедурой.

Использование устройства компенсации временного запаздывания

В следующем примере предполагается использование процедуры компенсации временного запаздывания, встроенной в модуль анализа систем питания, осциллографа Tektronix серии MSO4000 или DPO4000, токового пробника TCP0030, дифференциального пробника P5205, адаптера TPA – BNC, генератора импульсов компенсации временного запаздывания TEK-DPG и устройства для компенсации временного запаздывания и калибровки при измерениях питания (067-1686-XX). Если используется другое оборудование, внесите необходимые изменения в эту процедуру.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для достижения оптимальных результатов перед выполнением критических регулировок прогрейте оборудование в течение 20 минут.

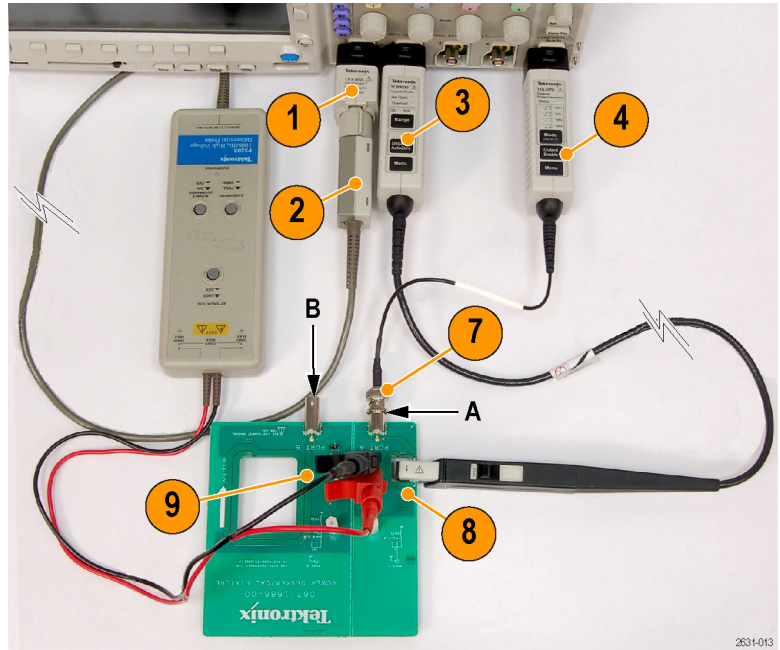
1. Подключите адаптер TPA – BNC к каналу 1.
2. Подключите пробник напряжения к адаптеру TPA – BNC.
3. Подключите токовый пробник к каналу 2.
4. Подключите генератор TEK-DPG к входу AUX-IN. Нажмите на генераторе TEK-DPG кнопку **Output Enable** (включить выход), чтобы СИД, помеченный как **Status LED** (СИД состояния), загорелся зеленым. Нажмите кнопку **Режим** столько раз, сколько потребуется для выбора нужного сигнала.



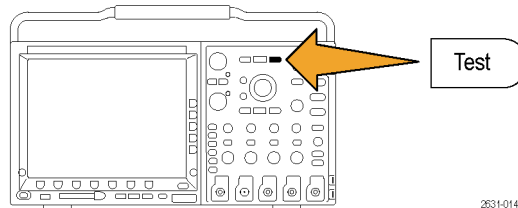
2631-010

5. Если необходимо, нажмите на передней панели осциллографа кнопки **1** и **2**, чтобы гарантировать отображение осциллограмм для обоих каналов.
6. Нажмите кнопку меню диапазона на корпусе токового пробника, чтобы настроить нужным образом значения диапазона.

7. Подключите разъем BNC генератора ТЕК-DPG к порту А устройства компенсации временного запаздывания, как показано справа.
8. Подключите пробник TCP0030 к устройству компенсации временного запаздывания, как показано справа. Убедитесь в соответствии стрелок полярности на токовом пробнике и устройстве компенсации временного запаздывания. Не забудьте закрыть и зафиксировать ползунок токового пробника.
9. Подключите наконечник пробника P5205 и провод заземления к контактам устройства компенсации временного запаздывания, как показано справа.



10. Нажмите кнопку **Default Setup**.
11. Нажмите кнопку **2**, чтобы активировать канал 2.
12. Нажмите кнопку **Автоустановка**.
13. Нажмите кнопку **Тест**.



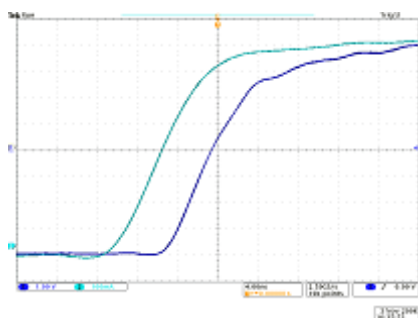
14. Нажмите кнопку **Анализ**.

Приложение	Анализ					
	Нет					

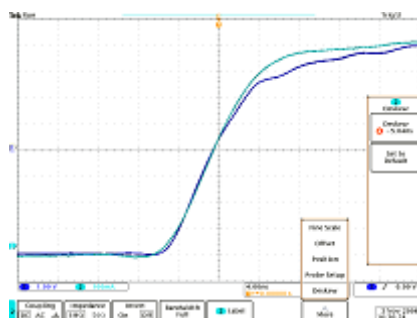
15. С помощью кнопок бокового экранного меню выберите функцию **Согл.каналов**.

Приложение	Анализ	Настроить				
Питание	Согл.-каналов					

17. Настройте нужным образом выбранные осциллограммы, используя элементы управления вертикального и горизонтального положения, а также масштаба. Затем нажмите кнопку **Согл.каналов** бокового меню и поверните многофункциональную ручку **Б**.



Пример осциллограммы до компенсации временного запаздывания.



Пример осциллограммы после компенсации временного запаздывания.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Дополнительные сведения об использовании устройства компенсации временного запаздывания и калибровки см. в инструкциях по компенсации временного запаздывания и калибровки при измерениях питания (067-1686-00). Их можно загрузить с веб-сайта www.tektronix.com/manuals.*

Работа без устройства компенсации временного запаздывания

Если устройства компенсации временного запаздывания нет, можно использовать элементы управления в меню «Согл.каналов», чтобы задать для параметров компенсации временного запаздывания осциллографа рекомендованные значения, основываясь на номинальных значениях задержки распространения для каждого пробника. Даже при использовании устройства компенсации временного запаздывания элементы управления меню согласования каналов могут помочь получить близкие к правильным значения компенсации. Затем можно выполнить тонкую настройку этих значений с помощью устройства компенсации временного запаздывания.

Осциллографом автоматически загружаются значения номинальных задержек распространения для пробников TekVPI и TekProbe II (требуется адаптер TPA – BNC). Для других типовых пробников сначала в боковом экранном меню нажмите кнопку **Выбрать** и выберите канал, к которому присоединен пробник. Затем в боковом экранном меню нажмите кнопку **Модель пробника** и выберите модель пробника. Если используемого пробника нет в списке, задайте для модели пробника значение **Другое**, нажмите кнопку **Задержка распротр.** и с помощью многофункциональной ручки **A** выберите соответствующую задержку распространения.

Чтобы задать рекомендованное значение компенсации временного запаздывания для каждого канала, нажмите в боковом экранном меню кнопку **Уст.для всех компенсаций реком. знач.**

Если нужно отрегулировать на экране выбранные осциллограммы, нажмите кнопку **Согл.каналов** в боковом экранном меню и поверните многофункциональную ручку **B**.

Нажмите в боковом меню кнопку **Уст.для всех компенсаций реком. знач.**

Просмотрите на экран. Осциллографом будут вычислены и автоматически установлены для известных пробников правильные значения компенсации временного запаздывания.

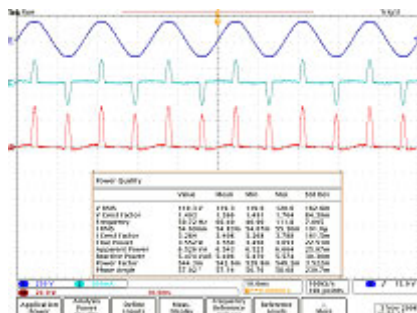
Осциллограф автоматически распознает многие пробники Tektronix. Если используемый пробник отсутствует в этом списке, выберите **Другое** и вручную введите значение задержки распространения, как показано ниже.

Осциллограф заполнит значения по умолчанию для распознанных пробников. Для нераспознанного пробника можно вручную ввести значение, нажав эту боковую кнопку и повернув многофункциональную ручку **A**.

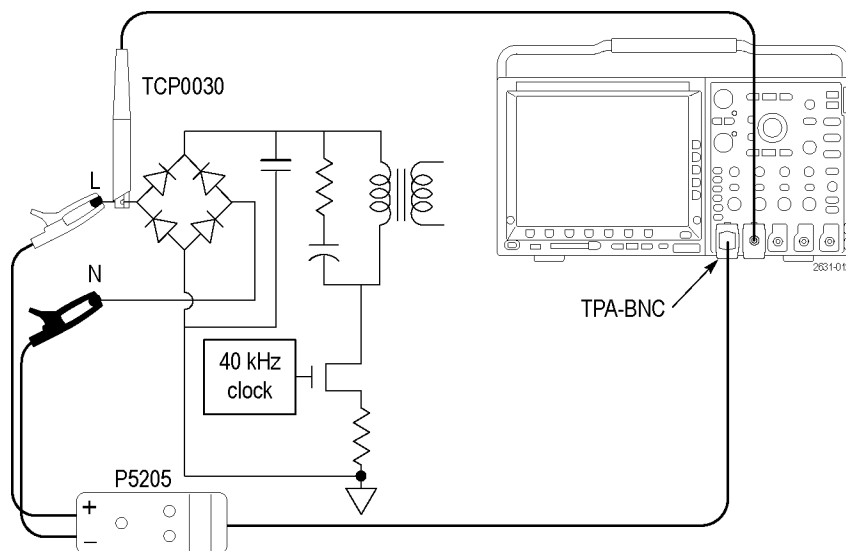
Согл.-каналов
Выберите (A) 1 Согл.-каналов (B) 0,00 c
Показ. рек. компенсации Да Нет
Уст.для всех компенсаций реком. знач.
Модель пробника Другое
Задержка распротр. (A) 0,00 c

Измерение качества питания

Функции качества питания используются для просмотра таблицы измерений и статистики, чтобы проверить общее качество питания в проверяемой схеме.



Пример экрана качества питания



Пример настройки прибора для измерения качества питания



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током перед подключением провода заземления (опорного провода) пробника всегда проверяйте, что опорная точка пробника заземлена.

Чтобы измерить качество питания, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом меню функцию **Качество питания**. (См. стр. 5, *Приступая к работе*.)

2. Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы выбрать измеряемые каналы. Часто для этих измерений выбирается пара каналов, где канал 1 используется в качестве источника напряжения, а канал 2 – в качестве источника тока.

Источники напряжения и тока могут быть любыми аналоговыми осциллограммами, как обновляемыми, так и опорными.

3. Нажмите кнопку **Отображение измерений**, чтобы выбрать, какой из 10 показателей качества питания следует отображать.

Приложение	Анализ Качество питания	Опред. входов	Отобра- жение измерений	Опорная частота Напряжение	Опорные уровни	Дополнит.

2

3

4

5

6

4. Нажмите кнопку **Опорная частота**, чтобы определить источник пересечений нуля для всех измерений качества питания и для частоты.
5. Нажмите кнопку **Опорные уровни**, чтобы выбрать способ выполнения измерений качества питания.
6. Нажмите кнопку **Дополнит.**, чтобы выбрать **Статистика**, **Стробир.** или **Индикаторы**.

Индикаторы показывают, в каком месте осциллограммы осциллограф выполняет измерение. Стробирование позволяет определить место осциллограммы, в котором осциллограф выполняет измерение.

Измеряются следующие параметры:

Значение	Описание
Измерения на осциллограмме напряжения	
Среднеквадратич. зн. U	Среднеквадратическое значение напряжения. Среднеквадратич. зн. U вычисляется по всем полным циклам. Единицей измерения является вольт (В).
Амплитудный коэфф. U	Отношение пикового значения к среднеквадратическому значению для сигнала напряжения. Амплитудный коэфф. U косвенно определяет чистоту питания переменного тока. Амплитудный коэфф. U = (макс. осциллограммы напряжения / среднеквадратич. зн. U). Это относительная величина. Например, амплитудный коэфф. U равен 1,414 для чистой синусоидальной волны и 1,0 для квадратного меандра со скважностью 50 %.
Частота	Частота измеряется на источнике частоты. Единицей измерения является герц (Гц).

Измерения на осциллограмме тока

Среднеквадратическое значение тока.

зн. I Среднеквадратич. зн. I вычисляется по всем полным циклам. Единицей измерения является ампер (A).

Амплитудный коэффициент. I Отношение пикового значения к среднеквадратическому значению для сигнала тока. Оно косвенно определяет возможность нагрузки создавать высокие пиковые переменные токи.

Амплитудный коэффициент тока = (максимум осциллограммы тока / среднеквадратич. зн. I).

Это относительная величина. Например, она равна 1,414 для чистой синусоидальной волны и 1,0 для квадратного меандра со скважностью 50 %.

Измерения на осциллограмме мощности (расчетной)

Активная мощность (фактическая) Это активная мощность. Она равна фактической мощности, подаваемой на резистивную часть нагрузки, и измеряется в ваттах. Она вычисляется как среднее значение расчетной мощности осциллограммы ($V \cdot A$).

Кажущаяся мощность Произведение среднеквадратических значений напряжения и тока (математически – абсолютное значение векторной суммы активной и реактивной мощности).

Значение кажущейся мощности = среднеквадратич. зн. U * среднеквадратич. зн. I .

Единицей измерения является вольт-ампер или VA.

Реактивная мощность Реактивная мощность в реактивных вольт-амперах (VAR).

Реактивная мощность = среднеквадратич. зн. U * среднеквадратич. зн. $I \cdot \sin$ (угол сдвига фазы).

Единицей измерения является VAR.

Коэффициент мощности (активной) Отношение (от 0 до 1) фактической мощности к кажущейся мощности. Если сигналы являются чистыми синусоидальными волнами, коэффициент мощности оказывается равен косинусу угла фазового сдвига между осциллограммами тока и напряжения.

Кажущаяся мощность = среднеквадратич. зн. U * среднеквадратич. зн. I .

Обычно большее значение коэффициента мощности означает более эффективное использование энергии. У полностью резистивной цепи коэффициент мощности был бы равен 1,0. У полностью индуктивной цепи коэффициент мощности был бы равен 0.

Фазовый сдвиг Угол (от 0 до 180°), косинус которого является коэффициентом активной мощности.

Советы по эксплуатации

- Измерения питания в этом меню основаны на всех полных циклах, обнаруженных в записи осциллограммы напряжения.

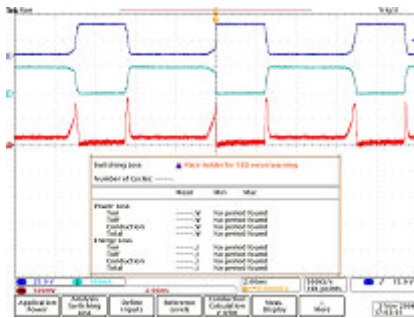
Измерение потерь переключения

Функции потерь переключения используются для просмотра таблиц потерь мощности и энергии для зарегистрированной осциллограммы, включая потери включения, выключения, проводимости и общие потери.

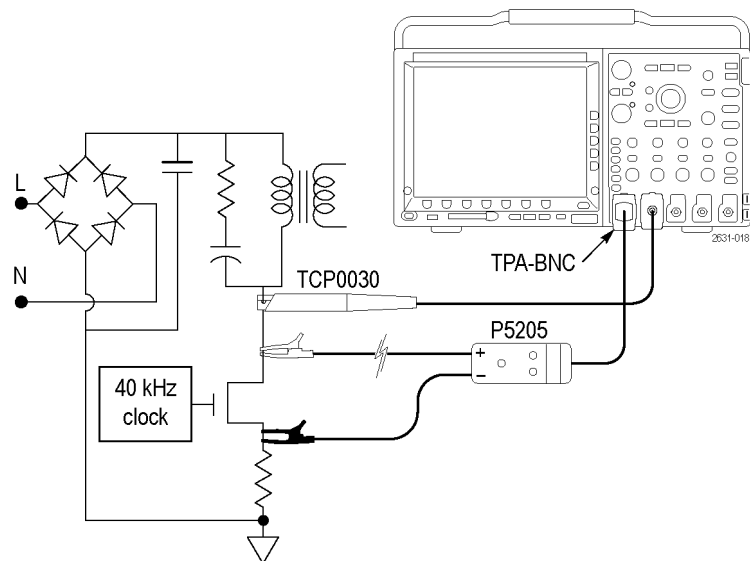
Обычно эти функции используются, чтобы характеризовать потери в устройствах переключения источников питания в ходе включения и выключения. Изучение потерь переключения требует использовать пробник напряжения и токовый пробник.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током перед подключением провода заземления (опорного провода) пробника всегда проверяйте, что опорная точка пробника заземлена.



Пример экрана потерь переключения



Пример настройки прибора для измерения потерь переключения

Чтобы измерить потери переключения, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом меню функцию **Потери переключения**. (См. стр. 5, *Приступая к работе*.)

2. Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы выбрать измеряемые каналы. Для этих измерений понадобится выбрать пару каналов. Обычно канал 1 используется в качестве источника напряжения, а канал 2 в качестве источника тока.

Приложение	Анализ Потери переключения	Опред. входов	Опорные уровни	Вычисление проводим. RDS	Отобра- жение измерений	Дополнит.
------------	-------------------------------	------------------	-------------------	--------------------------------	-------------------------------	-----------

3. Нажмите кнопку **Опорные уровни**, чтобы выбрать способ выполнения измерений потерь переключения.



4. Нажмите кнопку **Вычисление проводим.**, чтобы выбрать метод вычисления потерь при переключении.

Методом **Осциллогр. напряжения** измеряется падение напряжение на устройстве переключения во время протекания тока. Так как это напряжение, как правило, очень мало по сравнению с напряжением на устройстве переключения, когда оно не проводит электрический ток, обычно нельзя точно измерить оба напряжения при одинаковых настройках по вертикали для осциллографа. В этом случае для получения более точных результатов целесообразно использовать один из следующих подходов.

Подход **RDS(on)** (RDS вкл) является оптимальной моделью для приборов MOSFET и основан на данных спецификации устройства. Это значение является ожидаемым значением сопротивления в открытом состоянии между стоком и источником устройства, когда оно проводит ток.

Подход **VCE(sat)** является оптимальной моделью для приборов VJT и IGBT и основан на данных спецификации устройства. Это ожидаемое напряжение насыщения между коллектором и эмиттером устройства, когда устройство находится в состоянии насыщения.

5. Нажмите кнопку **Отображение измерений**, чтобы задать, какие следует отображать измерения из доступных измерений потерь переключения. Возможные варианты: **Потери мощности**, **Потери энергии** или **Все** (одновременно потери мощности и энергии).

6. Нажмите кнопку **Дополнит.**, чтобы выбрать **Статистика**, **Стробир.** или **Индикаторы**.

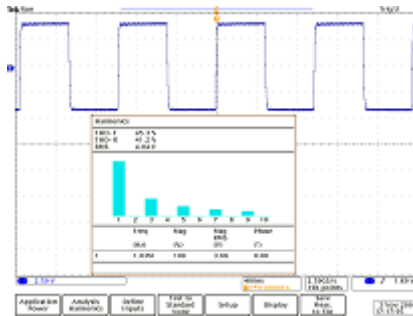
Индикаторы графически показывают, в каком месте осциллограммы осциллограф выполняет измерение. Стробирование позволяет определить место осциллограммы, в котором осциллограф выполняет измерение.

ПРИМЕЧАНИЕ. Измерения потерь переключения выполняются в каждом отдельном полном цикле в пределах выбранной области регистрации (по умолчанию используется вся осциллограмма), и статистика этих измерений накапливается в пределах данной регистрации, но не между регистрациями.

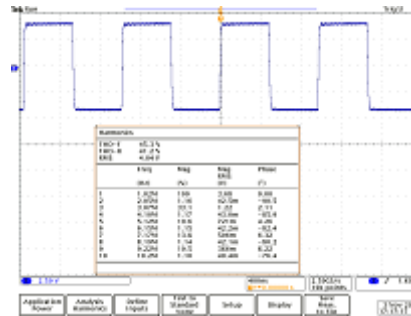
Измерение гармонических искажений

Функции меню «Гарм. искажения» используются для отображения частотного спектра исходной осциллограммы и связанных значений измерений, они также позволяют выполнить углубленное устранение неполадок, связанных с качеством питания.

Выберите **Гарм. искажения**, чтобы вывести меню «Гарм. искажения». Осциллограф будет отображать частотный спектр исходной осциллограммы и связанных значений измерений.

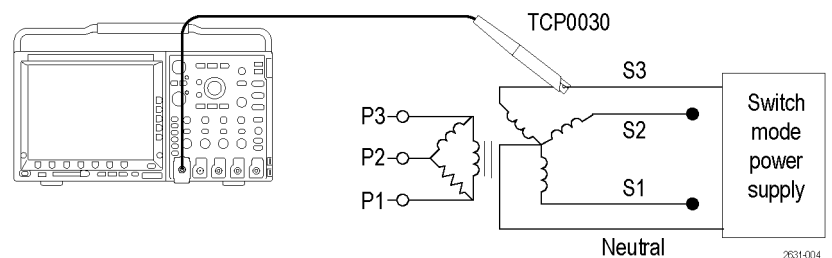


Первые 10 гармоник, представленные графически



Первые 10 гармоник, представленные в текстовом виде

На рисунке справа показан пример настройки прибора для измерения гармоник.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током перед подключением провода заземления (опорного провода) пробника всегда проверяйте, что опорная точка пробника заземлена.

Чтобы измерить гармонические искажения, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом меню функцию **Гарм. искажения**. (См. стр. 5, *Приступая к работе*.)

- Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы определить, какие каналы должны использоваться для получения осциллограмм напряжения и тока.

Приложение	Анализ Гарм. искажения	Опред. входов	Тест на стандарт Нет	Настройка	Дисплей	Сохранить измерения в файле
------------	------------------------------	------------------	----------------------------	-----------	---------	-----------------------------------

- Нажмите кнопку **Тест на стандарт**, чтобы выбрать между общим анализом гармонических искажений и тестированием на соответствие конкретному стандарту, такому как IEC 61000-3-2 или MIL-STD-1399.



- Если в предыдущем пункте меню выбрано значение **Нет**, этот пункт будет выглядеть как **Настройка**. Нажмите эту кнопку, чтобы определить число рассчитываемых гармоник, определить, рассчитываются ли гармоники для осциллограммы напряжения или тока, а также, чтобы определить частоту первичной осциллограммы.

По умолчанию, в качестве опорного сигнала частоты выбирается источник гармоник, но можно выбрать и осциллограмму напряжения, осциллограмму тока или фиксированное значение, если осциллограммы напряжения и тока зашумлены и основную гармонику трудно определить.

Если в предыдущем пункте меню выбран вариант **IEC 61000-3-2** или **MIL-STD-1399**, используйте этот пункт с целью более детального определения измеряемой конфигурации для этих стандартов.

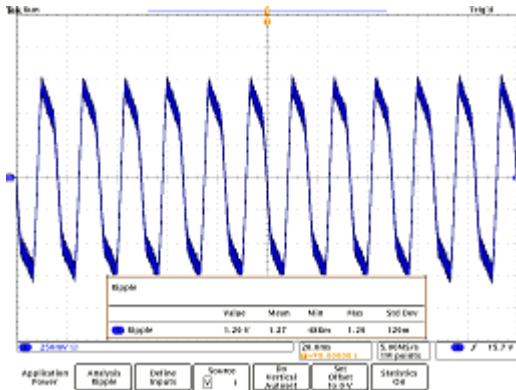
- Нажмите кнопку **Дисплей**, чтобы выбрать, отображать ли сведения о гармониках в виде таблицы или гистограммы.

Этот пункт также можно использовать, чтобы вывести сведения обо всех, только о нечетных или только о четных гармониках, если ранее не было выбрано тестирование на соответствие одному из поддерживаемых стандартов.

6. Нажмите кнопку **Сохранить измерения в файл**, чтобы сохранить результаты в CSV-файле.

Измерение пульсаций

Функция «Пульсация» используется, чтобы просмотреть таблицу измерений и статистики компонентов переменного тока зарегистрированной осциллограммы. Пульсация часто наложена на верхнюю часть большого сигнала постоянного тока.



Чтобы измерить пульсацию, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом меню функцию **Пульсация**. (См. стр. 5, *Пристиупая к работе*.)
2. Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы определить, какие каналы используются для получения осциллограмм напряжения и тока.
3. Нажмите кнопку **Источник**, чтобы выбрать, измеряется ли пульсация для осциллограммы напряжения или тока.
4. Нажмите кнопку **Выполнение автоустан. по вертик.**, чтобы удалить из сигнала постоянную составляющую, добавляя смещение по вертикали с последующим автоматическим масштабированием переменной составляющей для достижения оптимальной точности измерений.

Приложение Питание	Анализ Пульсация	Опред. входов	Источник U I	Выполнение автоустан. по вертик.	Задать смещение 0 В	Статист. Включено
-----------------------	---------------------	------------------	-----------------	----------------------------------------	---------------------------	----------------------

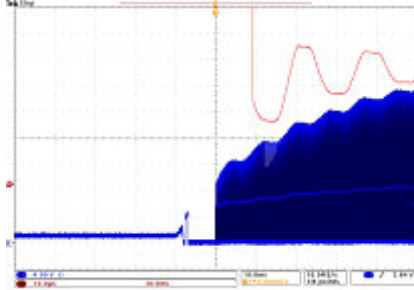


Обычно измерение пульсаций выглядит как наблюдение очень небольшого напряжения, которое вызывает колебания большого напряжения. Чтобы измерить это небольшое напряжение, нужно как можно эффективнее изменить внутреннее разрешение осциллографа. Использование функции **Выполнение автоуст. по вертик.** позволяет резко увеличить используемую часть диапазона АЦП осциллографа.

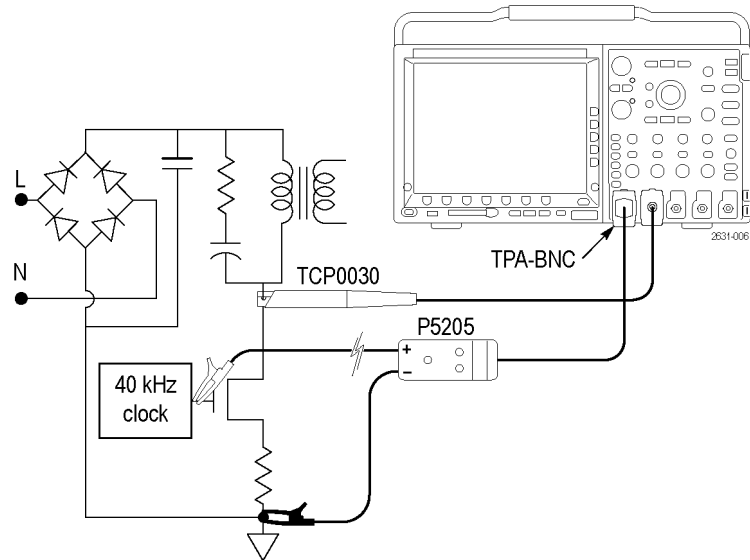
5. Нажмите кнопку **Задать смещение 0 В**, чтобы полностью удалить вертикальное смещение.

Измерение модуляции

Функция «Модуляция» используется для просмотра графика тренда измеряемого значения по зарегистрированной осциллограмме. Это полезно для просмотра изменений модулированного сигнала переключения.



Пример экрана модуляции



Пример настройки прибора для измерения модуляции



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током перед подключением провода заземления (опорного) пробника всегда проверяйте, что опорная точка пробника заземлена.

Чтобы измерить модуляцию, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом меню функцию **Модуляция**. (См. стр. 5, *Приступая к работе*.)
2. Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы определить, какие каналы используются для получения осциллограмм напряжения и тока.
3. Нажмите кнопку **Источник**, чтобы выбрать осциллограмму, для которой выполняется измерение модуляции.

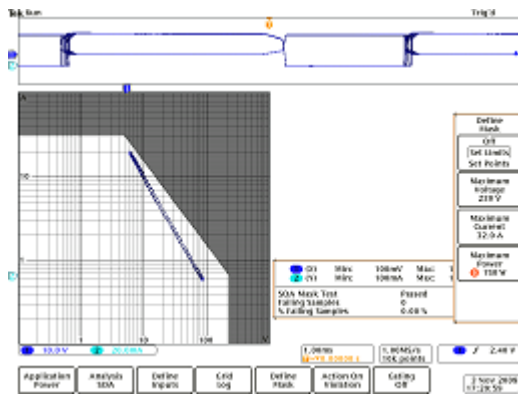
Приложение	Анализ	Опред. входов	Источник U I	Тип модуляции	Опорные уровни	
	Модуляция			Длит.		
						2
						3
						4
						5

4. Нажмите кнопку **Тип модуляции**, чтобы определить, что в точности нужно измерить. Возможные варианты: длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, период, частота, положительная скважность и отрицательная скважность.
5. Нажмите кнопку **Опорные уровни**, чтобы определить, где будут выполнены измерения.

Измерение области безопасной работы

Функции области безопасной работы используются для просмотра графического представления напряжения и тока тестируемого устройства переключения в координатах X-Y. Кроме того, эти функции можно использовать для тестирования с маской сигнала в координатах X-Y относительно графического описания ограничений технических характеристик устройства в этих координатах.

Областью безопасной работы обычно являются значения напряжения и тока, в границах которых полупроводниковое устройство может работать без повреждений. Отображение области безопасной работы, выполняемое этими функциями – это простой графический метод, обеспечивающий мониторинг взаимодействий между напряжением и током, позволяющий определить, не выходят ли параметры работы устройства за границы, заданные производителем в соответствующей спецификации.



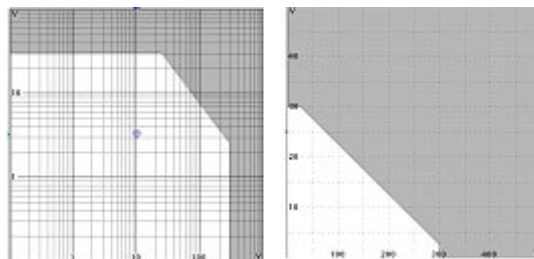
Чтобы измерить область безопасной работы, выполните следующие действия:

1. Выберите в боковом экранном меню функцию **Область устойч. работы**. (См. стр. 5, *Приступая к работе*.)
2. Нажмите кнопку **Опред. входов**, чтобы выбрать измеряемые каналы. Для этого измерения существует четыре допустимых пары входов напряжение/ток. Это К1/К2, К3/К4, Опорный 1/Опорный 2 и Опорный 3/Опорный 4.

Приложение Мощность	Анализ SOA	Опред. входов	Определить оси	Определить маску	Действ. при нарушении	Стробир. Выкл.
------------------------	---------------	------------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	-------------------



3. Нажмите кнопку **Определить оси**, чтобы выбрать либо логарифмическую, либо линейную масштабную сетку. Чтобы задать размер масштабной сетки, можно использовать пункты бокового меню и многофункциональную ручку **A**. По оси X обычно отображается напряжение, а по оси Y – ток.



4. Нажмите кнопку **Определить маску**, чтобы определить область безопасной работы внутри масштабной сетки.

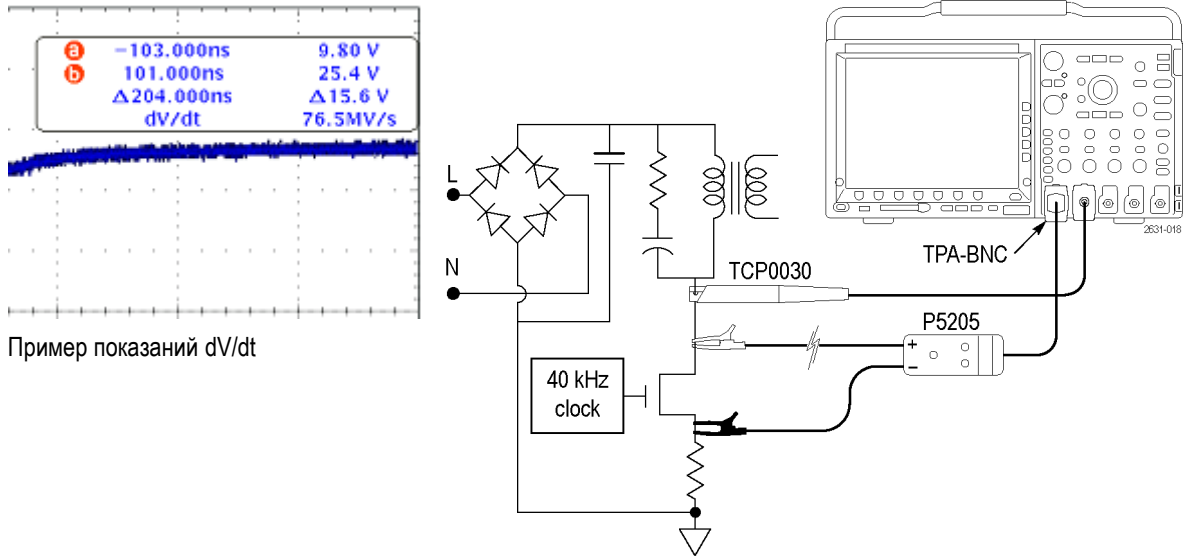
Для простой четырехточечной маски используйте пункт бокового меню **Уст.пределы**. Чтобы задать маску таким способом, нужно ввести максимум напряжения, максимум тока и максимум мощности.

Пункт бокового меню **Уст.точки** используется, чтобы определить более сложную маску, которая может включать до 10 определяемых точек.

5. Нажмите кнопку **Действ. при нарушении**, чтобы выбрать, останавливать ли регистрацию при обнаружении ошибки.
6. Нажмите кнопку **Стробир.**, чтобы определить время измерения области безопасной работы.

Выполнение измерений di/dt и dV/dt

Для измерения наклона (скорости изменения) сигналов используются значения курсора.



Пример показаний dV/dt

Пример настройки прибора для измерения



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током перед подключением провода заземления (опорного провода) пробника всегда проверяйте, что опорная точка пробника заземлена.

Результаты измерения d/dt появляются в нижней части значения курсора. Они появляются автоматически, если установлен ключ модуля анализа систем питания.

Отрегулируйте курсоры, чтобы изменить измеряемую часть осциллограммы. Это измерение работает как с курсорами осциллограммы, так и с экранными курсорами.

Если выбрана осциллограмма напряжения, на осциллографе будет показано измерение dV/dt . Если выбрана осциллограмма тока, на осциллографе будет показано измерение di/dt .

Предметный указатель

Г

Гармонические искажения, 17

К

Качество питания, 11
Компенсация временного
запаздывания, 7

М

Модуль, установка, 2
Модуляция, 22

О

Область безопасной работы, 24
общие положения о
безопасности, iii

П

Потери переключения, 14
Пробник, компенсация
временного
запаздывания, 7
Проверка установки модуля, 4
Пульсация, 20

С

Список оборудования, 1

У

Установка модуля, 2
Устранение неполадок при
установке модуля, 4

D

di/dt , измерения, 26
 dV/dt , измерения, 26