



Усилители ТСРА300/400 и Токовые пробники серии ТСР300А/400 AC/DC Руководство по эксплуатации



077-1236-00

Tektronix

Гарантия

Компания Tektronix гарантирует отсутствие дефектов материалов и изготовления в данном изделии в течение 1 (одного) года с даты поставки. В случае обнаружения дефектов в течение гарантийного срока, компания Tektronix обязуется по своему усмотрению выполнить ремонт неисправного изделия без взимания дополнительной оплаты материалов и трудозатрат или заменить неисправное изделие исправным. Части, модули и сменные изделия, используемые компанией Tektronix для проведения гарантийных работ, могут быть новые или восстановленные до состояния новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью компании Tektronix.

Для получения обслуживания в соответствии с данными гарантийными обязательствами необходимо уведомить компанию Tektronix о появлении дефекта до истечения гарантийного срока и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и отправка изделия в указанный компанией Tektronix сервисный центр, а также предоплата транспортных расходов по доставке изделия в сервисный центр, производятся владельцем изделия. Компания Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен сервисный центр. 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. Компания Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме представителей 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, или г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

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

[W2 – 15AUG04]

Содержание

Основные указания по технике безопасности	v
Введение	vii
Условные обозначения в руководстве	vii
Начало работы	1
Конфигурация системы	1
Опции	3
Стандартные принадлежности	4
Опциональные принадлежности	4
Чехол пробника	5
Проводник земли	6
Кейс для транспортировки	7
Подключение усилителя к осциллографу	8
Подача питания на усилитель	8
Подключение токового пробника к усилителю	9
Управление подвижным элементом токового пробника	10
Размагничивание и автобалансировка токового пробника	12
Измерения постоянного тока	13
Измерения переменного тока	15
Органы управления	16
Органы управления ТСРА300 и ТСРА400	17
Справочная информация	22
Размагничивание пробника при наличии в клещах провода без питания	22
Измерение дифференциального тока	23
Связь по переменному и постоянному току	25
Ограничения максимального тока	26
Измерение непрерывного тока с помощью пробника TCP404XL	29
Расширение диапазона тока	32
Повышение чувствительности	34

Основные указания по технике безопасности

Ознакомьтесь с приведенными ниже указаниями по технике безопасности для предотвращения повреждения изделия или подключенного к нему оборудования.

Чтобы избежать возможных опасных ситуаций, используйте изделие только в соответствии с настоящей инструкцией.

Операции по обслуживанию должны выполняться только персоналом с соответствующей квалификацией.

Во время использования данного изделия вам может потребоваться доступ к другим частям системы. Информацию о технике безопасности, относящуюся к работе со всей системой, см. в документации по эксплуатации других компонентов системы.

Меры по предотвращению возгорания оборудования или травмирования оператора

Используйте соответствующий кабель питания. Подключение к сети питания должно выполняться только кабелем, разрешенным к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет проводиться его эксплуатация.

Выполняйте операции по соединению и разъединению правильно. Запрещается подсоединять или отсоединять пробники или измерительные выводы, если они подключены к источнику напряжения.

Выполняйте операции по соединению и разъединению правильно. Выход токового пробника сначала подключается к измерительному прибору, а затем к проверяемой цепи. Перед подсоединением входа пробника необходимо подключить к исследуемой цепи контрольный проводник пробника. Отключение входа пробника и контрольного проводника пробника от исследуемой цепи необходимо выполнять до отсоединения пробника от измерительного прибора.

Используйте защитное заземление. Изделие заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий вывод шнура должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подключения к выходам и входам изделия.

Соблюдайте все ограничения по номиналу клемм. Чтобы избежать возгорания или травмирования, необходимо соблюдать все ограничения и нанесенную на корпус изделия маркировку. Дополнительную информацию о номинальных значениях можно найти в технической документации на изделие.

Подключайте проводник «земли» пробника только к цепи «земли».

Не подавайте на вход прибора, включая «общий», напряжение, превышающее максимальное значение для данного входа.

Не эксплуатируйте изделие со снятыми панелями. Запрещается работать с изделием при снятых панелях или корпусе.

Не эксплуатируйте изделие при подозрении на неисправность. Если у вас есть подозрение, что изделие неисправно, обратитесь к обслуживающему персоналу с соответствующей квалификацией для выполнения осмотра.

Избегайте контакта с оголенными цепями. Не прикасайтесь к оголенным контактам или компонентам при наличии питания в цепи.

Запрещается эксплуатировать изделие в условиях повышенной влажности.

Запрещается эксплуатировать изделие во взрывоопасной атмосфере.

Следите, чтобы поверхности изделия всегда были чистыми и сухими.

Обеспечьте соответствующую вентиляцию. Дополнительные сведения по обеспечению правильной вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

Условные обозначения в данном руководстве

Данные условные обозначения могут использоваться в настоящем руководстве:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Указание на условия или действия, которые могут привести к получению травмы или смерти.



ОСТОРОЖНО. Указание на условия или действия, которые могут привести к повреждению данного изделия или другого оборудования.

Символы и надписи на изделии

Данные надписи могут присутствовать на изделии:

- **DANGER (Опасность):** Указывает на наличие опасной ситуации, существующей на момент прочтения данной маркировки.
- **WARNING (Предупреждение):** Указывает на наличие опасной ситуации, не обязательно существующей на момент прочтения данной маркировки.
- **CAUTION (Осторожно):** Указывает на наличие ситуации, опасной для оборудования, в т.ч. для данного изделия.

На поверхности изделия могут быть нанесены следующие символы:



ОСТОРОЖНО
Обратитесь к руководству



Клемма защитного заземления («земля»)



Запрещается подключение к неизолированному проводу или отключение от неизолированного провода, являющегося опасным токоведущим элементом.



Хрупкое. Не бросать.



Использовать только на изолированном проводнике.



Разрешено подключение к опасному оголенному проводу и отключение от него



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Горячая поверхность

Введение

Данное руководство по эксплуатации содержит описание работы и базового техобслуживания усилителей токовых пробников ТСРА300 и ТСРА400, а также токовых пробников серии ТСП300/400 для измерения переменного и постоянного тока, совместимых с данными усилителями. Данное руководство распространяется на следующие пробники:

- ТСП312А (30 А, 100 МГц, совместимый с ТСРА300)
- ТСП305А (50 А, 50 МГц, совместимый с ТСРА300)
- ТСП303 (150 А, 15 МГц, совместимый с ТСРА300)
- ТСП404XL (500 А*, 2 МГц, совместимый с ТСРА400) *750 А DC (в прерывистом режиме, максимальное значение тока зависит от коэффициента заполнения).

Если вы прежде не работали с данными изделиями, см. разделы «Начало работы» и «Органы управления».

Для квалифицированных пользователей руководство содержит раздел «Справочная информация» с описанием подробной методики использования изделия, а также процедуры диагностики и поиска неисправностей.

Руководство по обслуживанию

«Руководство по обслуживанию» (Service Manual) содержит описание процедур эксплуатационной поверки и настройки, а также проверки пригодности и калибровки пробников при использовании с любым типом усилителя.

Также «Руководство по обслуживанию» содержит описание процедур регулярного технического обслуживания и ремонта механических частей усилителей.

Условные обозначения в руководстве

Термин «усилитель» используется для обозначения модели ТСРА300 или ТСРА400, когда речь идет об общих для обеих моделей характеристиках. Если рассматривается вопрос, относящийся к конкретной модели усилителя, то будет указано название модели полностью.

Термины «токовый пробник» и «пробник» используются для обозначения любой модели токовых пробников из серии ТСП300А/400. Если рассматривается вопрос, относящийся к конкретной модели пробника, то будет указано название модели полностью.

Начало работы

Усилители токовых пробников ТСРА300 и ТСРА400 позволяют с помощью одного пробника одновременно измерять переменный и постоянный ток. Усилители преобразуют измеренный ток в пропорциональное напряжение, которое можно измерить непосредственно с помощью осциллографа.

Усилители токовых пробников ТСРА300 и ТСРА400 обеспечивают лучшие показатели по линейности по сравнению с другими токоизмерительными системами, благодаря механизму обратной связи по току, используемому в пробнике. Возможность измерения постоянного тока и широкая полоса пропускания позволяют достоверно представлять прямоугольные сигналы и сигналы с быстрым нарастанием.

Усилители ТСРА300 и ТСРА400 и совместимые пробники имеют следующие характеристики:

- Одновременное измерение постоянного и переменного тока в диапазоне до 750 А (пиковое значение)
- Высокая чувствительность
- Автоматическая балансировка и размагничивание пробника нажатием одной кнопки
- Для согласования токового пробника с усилителем не требуются дополнительные регулировки
- Связь по постоянному или переменному току
- Автоматическая установка масштаба и единиц измерения на совместимых осциллографах с интерфейсом TEKPROBE Level II

Конфигурация системы

Токоизмерительная система состоит из усилителя токового пробника, совместимого токового пробника и соответствующего осциллографа. (См. рис. 1)

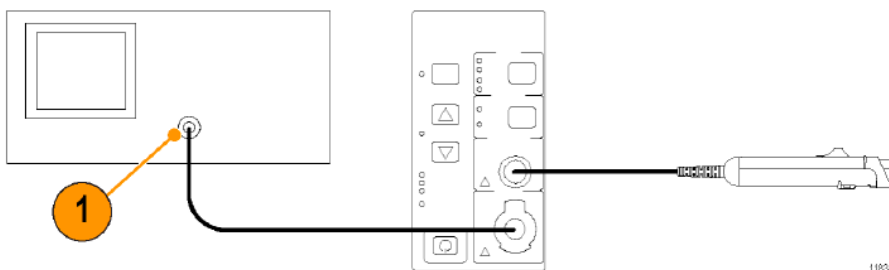


Рисунок 1: Типовая токоизмерительная система с использованием ТСРА300/400

1. Вход осциллографа 50Ω - используйте интерфейсный кабель TEKPROBE Interface Cable или кабель 50Ω. (Если осциллограф оснащен только высокоимпедансным входом, то необходимо подключить проходную нагрузку 50 Ω).

Усилители токовых пробников ТСПА300 и ТСПА400

Усилитель усиливает ток, обнаруженный пробником, и преобразует его в пропорциональное напряжение, отображаемое на осциллографе или другом аналогичном измерительном устройстве.

Токовые пробники

Следующие модели токовых пробников Tektronix совместимы с усилителем ТСПА300:

- ТСП312А (30 А, 100 МГц)
- ТСП305А (50 А, 50 МГц)
- ТСП303 (150 А, 15 МГц)

Следующие токовые пробники Tektronix совместимы с усилителем ТСПА400:

- ТСП404XL (750 А¹, 2 МГц)

¹ 500 А при непрерывном измерении, 750 А DC в прерывистом режиме (зависит от коэффициента заполнения)

Осциллограф

Осциллограф выводит на экран результат, полученный от токоизмерительной системы. В комплект поставки входит кабель 50Ω для подключения усилителя к входному каналу осциллографа. Также в комплект поставки входит интерфейсный кабель ТЕКПРОБЕ/ТЕКПРОБЕ для подключения к осциллографам с интерфейсом ТЕКПРОБЕ Level II.

Если осциллограф не оснащен входом, который может быть настроен на импеданс 50 Ом, то потребуется подключение проходной нагрузки 50 Ом. Данная нагрузка также входит в комплект поставки усилителей токовых пробников ТСПА300 и ТСПА400.

Опции

В таблице 1 содержится перечисление опций, предлагаемых для усилителей ТСРА300 и ТСРА400.

Таблица 1: Опции усилителя (вилка шнура питания)

Опция	Описание
Опция A1	Универсальная европейская
Опция A2	Для сетей питания Великобритании
Опция A3	Для сетей питания Австралии
Опция A5	Для сетей питания Швейцарии
Опция A6	Для сетей питания Японии
Опция AC	Для сетей питания Китая
Опция A99	Шнур питания отсутствует

В данном разделе также содержится описание сервисных опций, предлагаемых компанией Tektronix для усилителей и пробников (см. таблицу 2). Опции разработаны для поддержания соответствия калибровки требованиям ISO9000 и покрытия расходов на ремонт в дополнительные периоды и позволяют зафиксировать размер расходов на обслуживание в долгосрочном периоде и избежать непредвиденных расходов на ремонт. Сервисные опции Tektronix доступны при заказе прибора. За более подробной информацией обращайтесь в местные торговые представительства Tektronix.

Таблица 2: Сервисные опции

Опция	Описание
D1	Отчет с данными тестирования при отправке с завода-изготовителя.
C3	Отчет с данными заводской калибровки на момент отправки с завода-изготовителя и калибровка в течение еще двух лет. В течение срока действия данной опции калибровка прибора будет выполняться в соответствии с рекомендованным интервалом калибровки.
D3	Отчет с данными тестирования при отправке с завода-изготовителя и отчет с данными тестирования по итогам каждой калибровки в течение трехлетнего периода (требуется опция C3).
R3	Продление гарантии до трех лет.
C5	Отчет с данными заводской калибровки на момент отправки с завода-изготовителя и калибровка в течение еще четырех лет. В течение срока действия данной опции калибровка прибора будет выполняться в соответствии с рекомендованным интервалом калибровки.
D5	Отчет с данными тестирования при отправке с завода-изготовителя и отчет с данными тестирования по итогам каждой калибровки в течение пятилетнего периода. (требуется опция C5).
R5	Продление гарантии до пяти лет.
SILV400	Продление стандартной гарантии до 5 лет (TCP305A, TCP312A, ТСРА300 и ТСРА400)
SILV600	Продление стандартной гарантии до 5 лет (TCP303 и TCP404XL).

Стандартные принадлежности

Следующие принадлежности входят в комплект поставки усилителей и пробников.

Усилители

Следующие принадлежности входят в комплект поставки усилителей ТСПА300 и ТСПА400.

- Шнур питания (в соответствии с выбором покупателя)
- Кабель BNC
- Проходная нагрузка, 50 Ом 2 Вт
- Интерфейсный кабель TEKPROBE
- Компакт-диск с документацией (руководства пользователя на английском, японском и русском языках, руководство по обслуживанию – только на английском)
- Сертификат прослеживаемой калибровки

Пробники

Комплект поставки токовых пробников включает следующие принадлежности:

- Защитный чехол для пробника (только для моделей TCP303 и TCP404XL)
- Проводник «земли» пробника, длина 15,24 см (только для моделей TCP305A и TCP312A)
- Инструкция
- Сертификат прослеживаемой калибровки

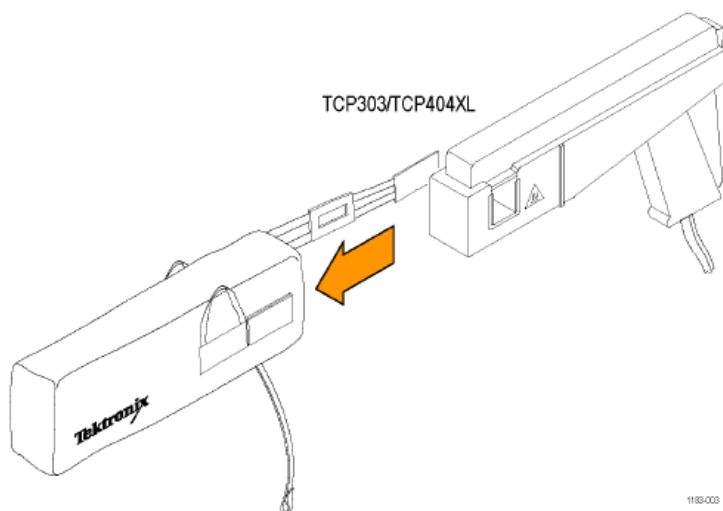
Опциональные принадлежности

Компания Tektronix предлагает следующие опциональные принадлежности для усилителей и пробников.

- Токовая петля, один виток, 50 Ом. Поставляется в двух модификациях, по одному виду для каждого типа пробников. Токовые петли используются в процессе функциональной проверки усилителя ТСПА300 и совместимых пробников.
- Адаптер для калибровки ТСПА: Используется для функциональной проверки усилителя (усилителей) независимо от токовых пробников.
- Кейс для транспортировки. Кейс рассчитан на один усилитель и два токовых пробника в комплекте с прилагаемыми кабелями и адаптерами.
- Компенсатор запаздывания. Данное приспособление позволяет превратить выходы PROBE COMPENSATION или TRIGGER OUTPUT моделей TDS5000 или TDS7000 в тестовые точки, позволяющие компенсировать временную разницу между пробниками напряжения и пробниками тока.

Чехол пробника

Токовые пробники серии TCP400 поставляются с чехлом для хранения пробника в то время, когда он не используется. Чехол позволяет хранить пробник в удобном месте на рабочем столе или прикрепить сбоку стола, чтобы пробник не занимал места на рабочем столе (см. рис. 2).



1183-003

Рисунок 2: Использование чехла пробника

Проводник земли

В комплект поставки пробников ТСП305А и ТСП312А входит проводник земли длиной 15,24 см. Проводник земли заземляет экран трансформатора пробника на конец кабеля со стороны пробника. Это позволяет переместить подключение земли ближе к исследуемой цепи, что улучшает экранирование на высоких частотах. Проводник земли подключается с помощью зажима к разъему заземления в нижней части пробника.

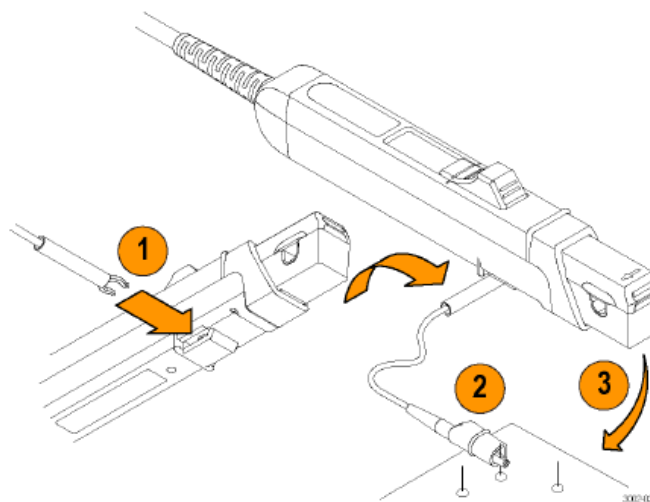


Рисунок 3: Подключение проводника земли

Проводник «земли» на токовых пробниках предназначен для использования при высокой скорости нарастания напряжения. Пробники имеют заземленный экран между исследуемым проводом и токочувствительным трансформатором. После подключения емкостно-связанный ток будет течь в заземление, а не в обмотку трансформатора.

В случае высокочастотных измерений подключите проводник «земли» пробника к разъему заземления пробника и присоедините клещи типа «крокодил» непосредственно к ВЧ заземлению для повышения устойчивости к электромагнитным помехам на высоких частотах (2 МГц и выше). Это позволяет сократить «звон» и снизить емкостно-связанные ВЧ токи, которые могут появиться в кабеле пробника. В некоторых случаях, возможно, потребуется отвести проводник «земли» или отодвинуть пробник от источников шума в исследуемой цепи.

Кейс для транспортировки

Кейс для транспортировки рекомендуется приобретать для усилителей ТСРА300/400. Кейс рассчитан для перевозки одного усилителя и двух токовых пробников серии ТСП300А/400, по одному каждого размера. (Например, в кейсе можно разместить один пробник ТСП305А и один пробник ТСП303). Кейс имеет отделение для хранения сопутствующих кабелей и оконечных нагрузок. (см. рис. 4).



Рисунок 4: Размещение оборудования в транспортировочном кейсе

1. Токовый пробник большого размера
2. Держатели пробника
3. Токовый пробник малого размера
4. Усилитель
5. Кабели и оконечные нагрузки

Подключение усилителя к осциллографу

Для отображения результата измерения, полученного с помощью ТСРА300 и ТСРА400, требуется осциллограф. Для работы со всем динамическим диапазоном комбинации «пробник/усилитель» осциллограф должен иметь возможность отображения по вертикальной шкале с коэффициентом от 1 мВ/деление до 1 В/деление.

Если используется осциллограф, совместимый с ТЕКПРОБЕ II, используйте интерфейсный кабель ТЕКПРОБЕ/ТЕКПРОБЕ. Если это невозможно, используйте кабель BNC 50 Ом для подключения разъема OUTPUT усилителя к осциллографу (см. рис.1 на стр.1).

Входной импеданс канала осциллографа должен быть 50 Ом, в противном случае возможно замедление импульсной характеристики, повышение абберации или некорректные результаты измерения. Если осциллограф имеет входы с импедансом только 1 МОм, то необходимо подключить проходную нагрузку 50 Ом между входом осциллографа и кабелем BNC. Не подключайте данную проходную нагрузку к концу кабеля BNC со стороны усилителя.

Чтобы в полной мере использовать полосу пропускания ТСРА300 и ТСРА400 и подключенного токового пробника, полоса пропускания осциллографа должна быть примерно в пять раз больше полосы токового пробника. Например, при использовании токового пробника TCP312A осциллограф должен иметь полосу пропускания не менее 500 МГц. При использовании токового пробника TCP305A полоса пропускания осциллографа должна быть не менее 250 МГц.

После подсоединения усилителя к осциллографу необходимо дать оборудованию прогреться до достижения стабильной температуры; как правило, это занимает 20 минут.

Подача питания на усилитель

Подсоедините шнур питания к разъему для ввода питания на задней панели усилителя, а затем подключите шнур питания к электрической сети (переменный ток, 100 В – 240 В, 50 Гц – 400 Гц). Для обеспечения необходимой вентиляции между задней панелью усилителя и любым другим объектом необходимо обеспечить зазор не менее 5 см. Установите усилитель на нижние резиновые ножки и не допускайте, чтобы под усилителем находилась бумага или другие объекты, которые могут стать препятствием для воздушного потока и вызвать перегрев.

Питание усилителя включается нажатием кнопки ON/STANDBY в нижнем левом углу передней панели. Усилитель выполняет процедуру самопроверки и производит цикл включения/выключения для светодиодных индикаторов на передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ. Усилитель сохраняет информацию о своем состоянии электропитания при отключении шнура питания. Если перед отсоединением шнура усилитель не был переведен в режим ожидания (STANDBY), то он будет включен сразу же после подсоединения шнура питания.

При подключении пробника к усилителю усилитель определяет состояние пробника, например, несовместимый тип пробника или открытый клещи.

Подключение токового пробника к усилителю

Для подключения токового пробника к входному разъему усилителя выполните следующие действия (см. рис. 5).

1. Для подключения пробника совместите красные точки.
2. Вставьте разъем пробника. Не поворачивайте разъем.
3. Чтобы отсоединить пробник, оттяните «воротник».
4. Извлеките разъем.

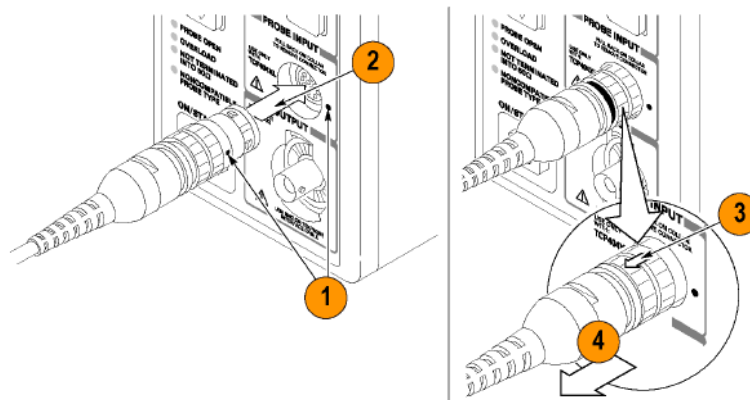


Рисунок 5: Подключение токового пробника к усилителю и последующее отключение



ОСТОРОЖНО. Соблюдайте осторожность при работе с пробниками. Не допускайте падения пробника или механического повреждения. Это может привести к повреждению сердечника.

Запрещается подключать или отключать токовый пробник, если в клещи пробника установлен провод под напряжением. В противном случае возможно электрическое повреждение пробника.

При подключении пробника к несовместимому усилителю (например, TCP312A к ТСРА400) загорается индикатор NONCOMPATIBLE PROBE TYPE. Отключите пробник и используйте совместимый усилитель. Усилитель ТСРА400 допускает подключение пробников TCP3XXA, но его корректное функционирование возможно только с пробниками TCP4XX. Каждый токовый пробник проходит калибровку при отправке с завода-изготовителя и не требует дополнительной регулировки. В случае необходимости дополнительной регулировки обратитесь к руководству по обслуживанию. Регулировка должна проводиться только специалистами с соответствующей квалификацией. Если вам необходима дополнительная помощь, обратитесь в ближайший сервисный центр Tektronix.

Управление подвижным элементом токового пробника

Каждый токовый пробник оснащен механизмом, позволяющим открывать и закрывать клещи пробника. Клещи позволяют зафиксировать исследуемый провод в пробнике. Для выполнения точного измерения или размагничивания пробника подвижный элемент должен находиться в закрытом (заблокированном) состоянии. Если клещи пробника открыты, на усилителе загорается индикатор PROBE OPEN. Токовые пробники можно использовать для измерения тока в неизолированных проводах. Тем не менее, во время подключения или отключения токового пробника напряжение в цепи должно быть снято. Функционирование подвижного элемента в токовых пробниках TSP305A и TSP312A показано на рисунке ниже (см. рис. 6). Чтобы открыть клещи пробника, переместите подвижный элемент вперед до установки фиксатора на место.

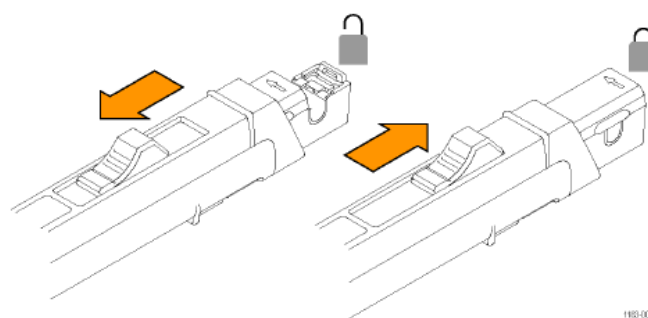


Рисунок 6: Управление подвижным элементом в моделях TSP312A и TSP305A

Управление подвижным элементом токовых пробников ТСП303 и ТСП404XL показано на рисунках ниже.

Чтобы открыть клещи пробника:

1. Нажмите на нижнюю часть блокирующей кнопки.
2. Нажимайте на ручку до тех пор, пока не откроется сердечник.
3. Обхватите провод сердечником пробника.

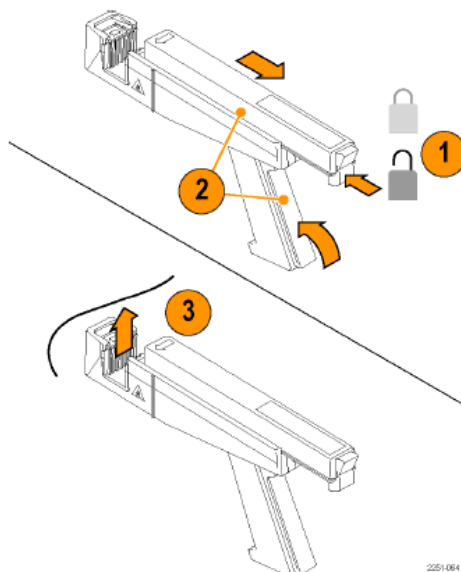


Рисунок 7: Разблокирование и открытие пробников ТСП303 и ТСП404XL

4. Чтобы перевести пробник в заблокированное состояние, отпустите нажимную ручку.
5. Нажмите на верхнюю часть блокирующей кнопки.

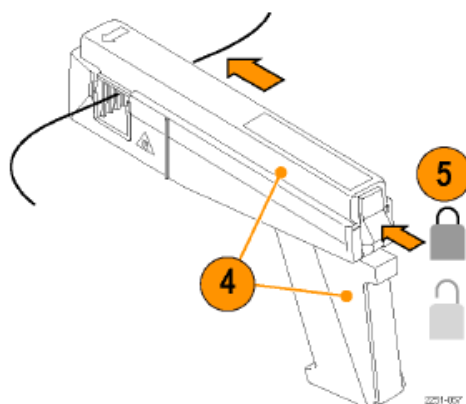


Рисунок 8: Закрытие и блокирование пробников ТСП303 и ТСП404XL

Размагничивание и автобалансировка токового пробника

Процедура размагничивания пробника позволяет снять остаточную намагниченность с сердечника пробника. Подобная остаточная намагниченность может приводить к погрешности в измерениях. Автоматическая балансировка позволяет устранить нежелательное смещение постоянной составляющей в цепях усилителя. Пренебрежение процедурой размагничивания является основной причиной погрешности измерения. Индикатор DEGAUSS будет моргать до тех пор, пока размагничивание не будет проведено.

Для размагничивания пробника отключите пробник от исследуемой цепи или убедитесь, что исследуемый провод не находится под напряжением, закройте и заблокируйте подвижный элемент, а затем нажмите кнопку PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE на передней панели усилителя.

Для получения результатов измерения с заявленной точностью рекомендуется выполнять процедуру размагничивания прибора в каждом из указанных ниже случаев:

- После включения измерительной системы и прогрева в течение 20 минут
- Перед подключением пробника к проводу
- В случае перегрузки по току или температуре
- После подключения нового пробника
- В случае если пробник подвергался воздействию сильного внешнего магнитного поля
- Периодически в процессе нормального использования

Для размагничивания или автоматической балансировки токового пробника необходимо выполнить следующие операции:

1. Убедитесь, что токовый пробник подключен к усилителю.
2. Отсоедините токовый пробник от исследуемого провода.
3. Переведите подвижный элемент в заблокированное состояние (см. рис. 6 и рис. 7)
4. Нажмите кнопку PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE на усилителе.
5. Подождите 5 секунд, пока выполняется процедура размагничивания.

Если процедура была выполнена успешно, то индикатор **PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE** будет гореть зеленым. Если индикатор моргает оранжевым, то процедура размагничивания ещё не завершена. Если индикатор горит красным, то выполнить процедуру не удалось и необходимо обнаружить и устранить причину невозможности выполнения процедуры. (см. стр. 18 раздел «Кнопка и индикатор PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE»)

ПРИМЕЧАНИЕ. Процедура размагничивания не будет выполнена в случае некорректного подключения усилителя к осциллографу с входным импедансом 50 Ом. В этом случае на передней панели усилителя загорается индикатор NOT TERMINATED INTO 50 Ω.

После завершения настройки осциллографа и проведения процедуры размагничивания/ автобалансировки система готова к измерению тока.

Измерения постоянного тока

Для измерения постоянного тока прежде всего проведите процедуру размагничивания пробника:

1. Убедитесь, что усилитель и вход осциллографа настроены на связь по постоянному току, а входной импеданс установлен на 50 Ом.
2. Заблокируйте пробник без провода в клещах.
3. Отрегулируйте нулевую линию на осциллографе так, чтобы траектория располагалась на нужной линии масштабной сетки.
4. Нажмите кнопку PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE. Если импеданс не установлен на 50 Ом, загорается индикатор NOT TERMINATED INTO 50 Ω. В этом случае сделайте необходимые изменения. (Например, подключите проходную нагрузку 50 Ом).
5. После завершения процедуры размагничивания/автобалансировки отрегулируйте нулевую линию (при необходимости) с помощью кнопок **MANUAL BALANCE** на усилителе.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Токовые пробники можно использовать для измерения тока в неизолированных проводах. Тем не менее, во время подключения или отключения токового пробника напряжение в цепи должно быть снято.

На рисунке ниже показан токовый пробник, подключенный к проводу источника питания (см. рис. 9)

Обратите внимание, что стрелка на пробнике указывает на отрицательную клемму источника питания в соответствии со стандартным направлением тока от положительной (+) клеммы к отрицательной (-). Для измерения постоянного тока выполните следующие операции:

1. Откройте подвижный элемент пробника, установите пробник на исследуемый провод, а затем закройте подвижный элемент.
2. Для соблюдения правильной полярности измерения убедитесь, что стрелка на пробнике указывает на стандартное направление тока (от положительной клеммы к отрицательной). Изменение направления тока приведет к отображению формы волны тока на экране осциллографа в перевернутом виде.
3. При необходимости выполните настройки временной оси, триггера и усиления осциллографа.

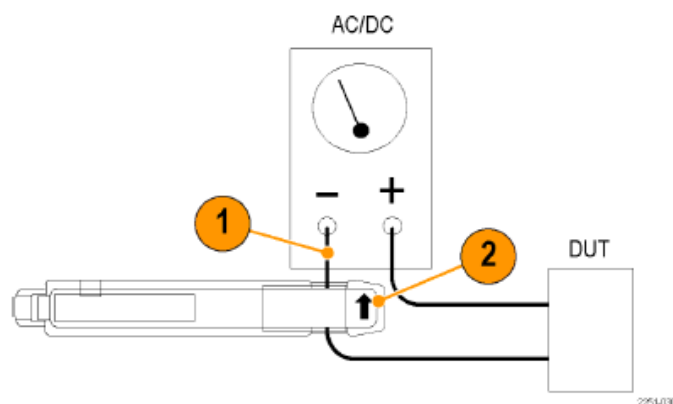


Рисунок 9: Стрелка на токовом пробнике указывает на стандартное направление тока

Измерения переменного тока

Для измерения только переменного тока необходимо устранить постоянную составляющую из измеряемого сигнала в соответствии с процедурой ниже. Операции по измерению переменного тока идентичны измерению постоянного тока за исключением того, что связь усилителя в п.2 устанавливается на связь по переменному току (AC).

1. Убедитесь, что вход осциллографа настроен на связь по постоянному току, а входной импеданс установлен на 50 Ом. (Если импеданс установлен на значение, отличное от 50 Ом, то горит индикатор NOT TERMINATED INTO 50 Ω).
2. Убедитесь, что вход усилителя установлен на связь по переменному току.
3. Отрегулируйте нулевую линию на осциллографе так, чтобы траектория располагалась на нужной линии масштабной сетки.
4. Закройте клещи пробника без провода, затем нажмите кнопку PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Токовые пробники можно использовать для измерения тока в неизолированных проводах. Тем не менее, во время подключения или отключения токового пробника напряжение в цепи должно быть снято.

5. Откройте подвижный элемент пробника, обхватите исследуемый провод клещами пробника, а затем закройте подвижный элемент. Для соблюдения правильной полярности измерения убедитесь, что стрелка на пробнике указывает на стандартное направление тока (от положительной клеммы к отрицательной). Изменение направления тока приведет к отображению сигнала тока на экране осциллографа в перевернутом виде.

ПРИМЕЧАНИЕ. Даже при измерении переменного тока осциллограф должен быть настроен на связь по постоянному току. Изменить на связь по переменному току нужно только в настройках усилителя. Использование настройки осциллографа на связь по переменному току может привести к выходу усилителя за пределы его выходного динамического диапазона.

6. При необходимости выполните настройки временной оси и триггера осциллографа.

Органы управления

В данном разделе содержится описание функций каждого элемента на передней панели TCPA300 и TCPA400. В обзоре кратко описывается большинство функций, а затем приводится их подробное описание (см. рис. 10).

На рисунке не отображены некоторые редко используемые функции. Данные функции подробно описываются в разделах после рисунка 10.

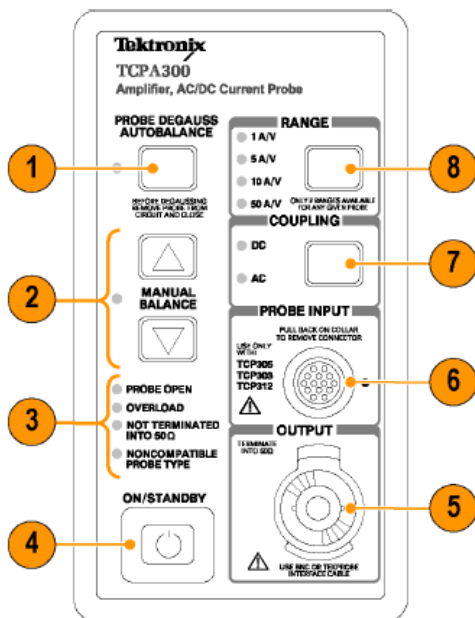


Рисунок 10: Передняя панель TCPA300

1. Кнопка PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE позволяет снять остаточную намагниченность с подключенного токового пробника. Многоцветный светодиод служит индикатором состояния цепи размагничивания.
2. Кнопки MANUAL BALANCE позволяют выполнить тонкую настройку смещения постоянного тока с усилителя. При нажатии какой-либо из кнопок загорается соответствующий светодиодный индикатор.
3. Четыре индикатора ошибок пробника служат для описания следующих состояний: PROBE OPEN (клещи пробника открыты), OVERLOAD (перегрузка по току или температуре), NOT TERMINATED INTO 50 Ω (Отсутствие нагрузки 50 Ом), NONCOMPATIBLE PROBE TYPE (Несовместимый тип пробника).
4. Кнопка ON/STANDBY служит для включения питания усилителя.
5. TCPA300 и TCPA400 выводят сигнал на разъем OUTPUT. Данный разъем подключается к входу 50 Ω осциллографа.

6. Токовые пробники подключаются к усилителям ТСРА300 и ТСРА400 через разъем PROBE INPUT.
7. Кнопка COUPLING служит для выбора связи по переменному или постоянному току. Выбранная настройка индицируется соответствующим светодиодом.
8. Кнопка RANGE позволяет переключаться между двумя коэффициентами масштабирования, доступными для подключенного датчика (только для ТСРА300). Выбранная настройка индицируется соответствующим светодиодом.

Органы управления ТСРА300 и ТСРА400

Данные органы управления и индикаторы являются общими для усилителей токовых пробников ТСРА300 и ТСРА400, если не указано иное.

Кнопка и индикатор PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE

При нажатии данной кнопки выполняются две операции, позволяющие повысить точность измерения. Во-первых, усилитель создает размагничивающий сигнал, который позволяет снять остаточное намагничивание с присоединяемого токового пробника. А во-вторых, усилитель запускает операцию по снятию нежелательного смещения постоянной составляющей с цепи. Во время выполнения процедуры размагничивания использование усилителя для измерения тока невозможно. Если усилитель обнаруживает необходимость размагничивания пробника, рядом с кнопкой PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE начинает мигать красный индикатор. Усилитель не может обнаружить все состояния, при которых требуется размагничивание, поэтому существует вероятность, что потребуются проведение процедуры размагничивания даже в тех случаях, когда индикатор PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE не мигает красным. Красный мигающий индикатор служит в качестве напоминания о необходимости размагничивания пробника при наличии одного из следующих состояний:

- Усилитель только что был включен с подсоединенным токовым пробником
- Замена токового пробника
- Обнаружено состояние перегрузки

Для выполнения процедуры размагничивания/автобалансировки пробника отсоедините пробник от всех проводов (или убедитесь, что на исследуемый провод не подается напряжение), убедитесь, что клещи пробника закрыты и заблокированы, а затем нажмите кнопку **PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE**. Процедура размагничивания/автобалансировки пробника не может быть выполнена, если токовый пробник отключен от входа усилителя или клещи разблокированы (горит индикатор PROBE OPEN).

Индикатор мигает оранжевым во время выполнения процедуры размагничивания. После успешного выполнения процедуры размагничивания и автобалансировки индикатор будет гореть зеленым.

Индикатор **PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE** будет гореть оранжевым, если были нажаты кнопки **MANUAL BALANCE** после успешного выполнения процедуры размагничивания. Это говорит о том, что величина смещения постоянной составляющей была изменена вручную после установки изначального значения во время процедуры размагничивания. В зависимости от величины смещения (баланса), введенной с помощью кнопок **MANUAL BALANCE**, возможно, что потребуются проведение еще одной процедуры размагничивания, чтобы обеспечить получение результатов с заявленной точностью. В общем случае, при изменении смещения постоянной составляющей более чем на 5 делений следует снять напряжение с исследуемой цепи и провести процедуру размагничивания. После этого снова подать питание в цепь и провести измерения.

Если процедура размагничивания не была выполнена успешно, а индикаторы **AC** и **DC COUPLING** поочередно мигают, это указывает на то, что усилитель отображает код ошибки с помощью четырех индикаторов состояний в левом нижнем углу передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Индикатор NOT TERMINATED INTO 50 Ω загорается в случаях, когда на выходе усилителя не установлена необходимая нагрузка в 50 Ом. Убедитесь, что выход усилителя (OUTPUT) подключен к входу осциллографа с помощью кабеля BNC 50 Ω и что вход осциллографа установлен на импеданс 50 Ω . Правильную схему соединения см. на рис. 1 на стр. 1.*

Если используемый осциллограф не позволяет установить для входов импеданс 50 Ω , то можно подключить проходную нагрузку 50 Ω к входу осциллографа и подключить кабель от выхода усилителя к этой нагрузке. Не устанавливайте проходную нагрузку на конец кабеля BNC, подключаемый к усилителю.

Кнопки и индикатор **MANUAL BALANCE**

Кнопки **MANUAL BALANCE** позволяют выполнять подстройку смещения постоянной составляющей, появляющегося на выходном разъеме усилителя. Подстройка в ручном режиме возможно только в случае, когда усилитель настроен на связь по постоянному току, а индикатор **MANUAL BALANCE** загорается только после нажатия одной из кнопок **MANUAL BALANCE** в режиме связи по постоянному току.

Индикатор **PROBE OPEN**

Данный индикатор служит для информирования пользователя о том, что токовый пробник находится в разблокированном состоянии. Для проведения процедуры размагничивания или измерения тока с заявленной точностью необходимо перевести пробник в заблокированное состояние.

Индикатор **OVERLOAD**

Если данный индикатор горит красным, это означает, что выполняемое измерение превышает ограничение пробника или усилителя по *непрерывному* току. Оранжевый цвет данного индикатора означает превышение безопасной рабочей температуры пробника и, возможно, усилителя. Отключите пробник от источника тока и подождите, пока головка пробника и усилитель не остынут.

Если данный индикатор мигает красным и оранжевым, это означает, что были превышены допустимые значения рабочей температуры и тока одновременно.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание травмирования или повреждения оборудования не превышайте указанные электрические ограничения для ТСРА300 и ТСРА400 или иных используемых принадлежностей.

NOT TERMINATED

Свечение данного индикатора говорит о том, что интерфейсный кабель ТЕКПРОБЕ или кабель BNC от входа усилителя OUTPUT не подключен к входу осциллографа 50 Ω . Необходимо переключить настройку входа на осциллографе на 50 Ω или использовать проходную нагрузку 50 Ω на входе осциллографа.

ПРИМЕЧАНИЕ. Состояние NOT TERMINATED INTO 50 Ω обнаруживается только во время выполнения операции размагничивания/автобалансировки (DEGAUSS AUTOBALANCE).

NONCOMPATIBLE

Данный индикатор используется для информирования пользователя о том, что подключенный к усилителю пробник не предназначен для работы с данным усилителем. Пробники ТСПЗХХА работают только с усилителем ТСРА300, а пробник ТСП404XL только с усилителем ТСРА400.

Кнопка ON/STANDBY

Данная кнопка используется для включения питания усилителя. Когда усилитель находится в режиме ожидания (STANDBY), питание подается ограниченно. Большинство второстепенных цепей отключено, но сетевое напряжение всё ещё подается на источник питания усилителя.

Кнопка RANGE

Нажатие кнопки RANGE позволяет переключаться между масштабными коэффициентами (настройками чувствительности) пробника, подключенного к ТСРА300. Если не горит ни один из индикаторов RANGE, это означает, что к усилителю пробник не подключен.

Индикаторы и кнопка COUPLING

Кнопка COUPLING определяет настройки связи между ТСРА300/ТСРА400 и осциллографом. Нажатие кнопки COUPLING позволяет переключаться между настройкой связи по переменному и по постоянному току. Если необходимо провести измерения постоянного и переменного тока одновременно, установите усилитель на связь по постоянному току. Для измерений только переменного тока используйте настройку связи по переменному току. Когда усилитель установлен на связь по переменному току, ручная подстройка Manual Balance отключается, поскольку смещение постоянной составляющей не видно на выводимой форме сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ. Даже при измерении переменного тока осциллограф должен быть настроен на связь по постоянному току. Изменить на связь по переменному току нужно только в настройке усилителя. Использование настройки осциллографа на связь по переменному току может привести к превышению усилителем его выходного динамического диапазона.

При нормальной работе индикаторы связи по переменному и постоянному току указывают на режим связи усилителя. Попеременное мигание после операции размагничивания указывает на то, что усилитель отображает код ошибки с помощью четырех индикаторов состояния в нижнем левом углу передней панели.

Разъем PROBE INPUT

Все токовые пробники, совместимые с усилителями ТСРА300 и ТСРА400, подключаются к разъему PROBE INPUT, который представляет собой многоконтактный гнездовой разъем. Подробнее о подключении пробника см. на стр. 9 в разделе «Подключение токового пробника к усилителю».

Разъем OUTPUT

Измерительный сигнал усилителя выводится на разъем OUTPUT, который необходимо подключить к входу осциллографа. Подключите один конец кабеля BNC 50 Ω к данному разъему, а другой – к вертикальному входу 50 Ω используемого осциллографа. Выходной импеданс усилителя составляет 50 Ω . Чтобы получить непосредственное показание тока на экране осциллографа Tektronix, с помощью интерфейсного кабеля ТЕКПРОБЕ подключите усилитель к используемому осциллографу.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для получения результатов измерения с заявленной точностью входной импеданс используемого осциллографа должен быть установлен на 50 Ω . Убедитесь, что выход усилителя OUTPUT подключен к осциллографу с помощью кабеля BNC 50 Ω и что вход осциллографа настроен на импеданс 50 Ω (см. рис. 1 на стр. 1).

Если используемый осциллограф не позволяет установить для входов импеданс 50 Ω , то можно подключить проходную нагрузку 50 Ω к входу осциллографа и подключить кабель от выхода усилителя к этой нагрузке. Не устанавливайте проходную нагрузку на конец кабеля BNC, подключаемый к усилителю.

Probe DC Gain Adjust (на пробниках)

После проведения процедуры PROBE DEGAUSS AUTOBALANCE система «пробник+усилитель» будет соответствовать всем опубликованным техническим характеристикам. Однако если необходимо повысить допуск по точности системы или внести поправку, чтобы компенсировать полную погрешность системы, можно вручную отрегулировать усиление пробника. Подробнее см. в руководстве по обслуживанию.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перед изменением настройки усиления постоянной составляющей рекомендуется запомнить её текущее положение, чтобы иметь возможность вернуться к изначальному положению, полученному в результате калибровки. Изменение настройки усиления постоянной составляющей может привести к тому, что пробник не будет отвечать гарантированной спецификации по постоянному току.

Например, типовая погрешность пробника ТСП312А на пределе 1 В/А составляет 1%. Если необходимо измерить сигнал прямоугольной формы $3 A_{p-p}$, 1 кГц и необходима повышенная точность (достижимое значение – выше 0,25%), прежде всего подстройте ТСП312А на пределе 1 А/В с помощью откалиброванного источника сигнала прямоугольной формы $3 A_{p-p}$, 1 кГц. Затем подключите пробник к исследуемой цепи и выполните измерение. Необходимо помнить, что изменение настройки усиления постоянной составляющей может привести к тому, что пробник не будет отвечать гарантированной спецификации по постоянному току.

Работа с шиной GPIB

Усилители токовых пробников ТСПА300 и ТСПА400 не имеют разъемов для непосредственного подключения по шине GPIB. Тем не менее, вы можете использовать компьютер для управления осциллографом, к которому подключен усилитель, и изменять настройки времени и масштабные коэффициенты при измерении тока по шине GPIB осциллографа. Подробнее см. в руководстве по эксплуатации вашего осциллографа.

Справочная информация

Информация в данном разделе позволит в полной мере воспользоваться потенциальными возможностями систем токовых пробников ТСРА300 и ТСРА400.

Размагничивание пробника при наличии в клещах провода без питания

Практически при любых условиях возможно проведение процедуры размагничивания токового пробника при наличии в клещах провода, к которому не подается питание. Преимуществом размагничивания при наличии провода без питания является возможность скомпенсировать любое смещение от магнитного поля, создаваемого паразитными постоянными токами. Если измерения проводятся в автоматическом режиме, возможность проводить размагничивание без изъятия провода из клещей отменяет необходимость вручную снимать пробник.

ПРИМЕЧАНИЕ. Убедитесь, что провод, находящийся в клещах пробника, полностью обесточен. Ток любой величины, протекающий через провод, приведет к появлению остаточного смещения в токовом пробнике, что станет причиной некорректного результата на выходе усилителя.

Если импеданс исследуемой цепи выше указанного в таблице 3, процедура размагничивания будет полезной, поскольку усилитель может привести сердечник пробника в насыщение. Во время размагничивания пробник индуцирует напряжение в обесточенной цепи. Исследуемая цепь должна иметь возможность поглотить данное наведенное напряжение. В случае с низкоомными цепями возможно наведение тока в исследуемой цепи в несколько ампер. Это может представлять проблему, если используются провода малых размеров.

Таблица 3: Ограничения для процедуры размагничивания с обесточенной цепью

Тип пробника	Минимальное сопротивление цепи	Максимальное наведенное напряжение
ТСР312А	10 мОм	40 мВ при 200 Гц
ТСР305А	5 мОм	40 мВ при 200 Гц
ТСР303	5 мОм	30 мВ при 200 Гц
ТСР404XL	1 мОм	15 мВ при 100 Гц

Измерение дифференциального тока

Токовый пробник позволяет размещать два провода для выполнения измерений дифференциального или нулевого тока (см. рис. 11). Благодаря этому можно отказаться от необходимости использования двух токоизмерительных систем с дифференциальным осциллографом.

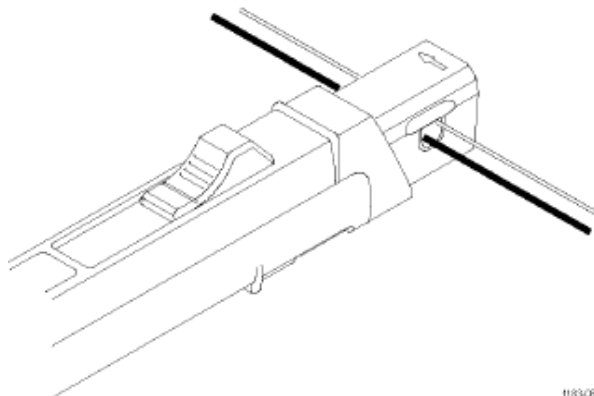


Рисунок 11: Измерение дифференциального тока



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или возгорания не устанавливайте в пробник одновременно более одного неизолированного провода.

Под изолированным проводом понимается любой проводник, окруженный изолирующим материалом, достаточным для изоляции присутствующего на проводнике напряжения. Обратите внимание, что лакокрасочное покрытие, обычно используемое на трансформаторных катушках, не обеспечивает достаточной и надежной изоляции для использования с токовыми пробниками, поскольку оно может быть легко повреждено, что ставит под вопрос его изолирующую способность.

Не прикладывайте чрезмерное усилие при закрытии подвижного элемента пробника. В противном случае возможно повреждение пробника. Если клещи не закрываются, необходимо или сократить количество охваченных ими проводов или, если это возможно, провести измерение на проводе меньшего сечения.

1. Располагайте два исследуемых провода таким образом, чтобы их полярности были противоположны.
2. Зафиксируйте токовый пробник на проводах так, как показано ниже. Следите за тем, чтобы не прищемить провод.

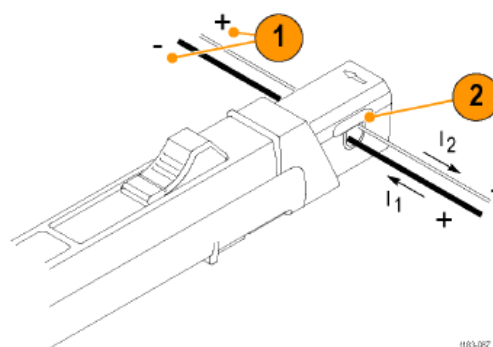
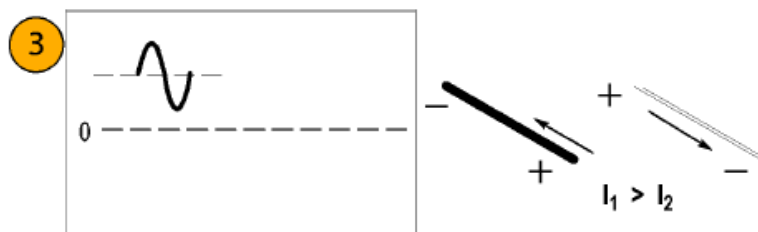
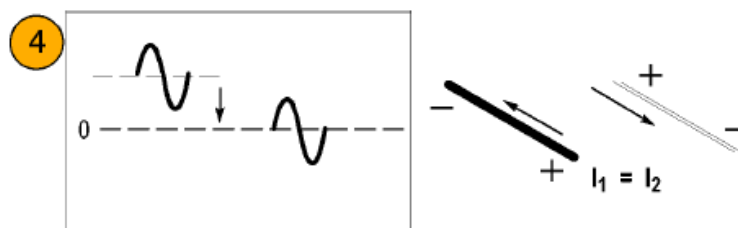


Рисунок 12: Измерение дифференциального и нулевого тока

3. Выполните измерение тока. Нахождение сигнала выше нулевой линии показывает, что в проводе со стандартным направлением тока (I_1 в направлении стрелки на пробнике) протекает ток большей величины. Стандартное направление тока - от положительного к отрицательному заряду.



4. Для установки разности токов на ноль необходимо отрегулировать ток в одном из проводов так, чтобы отображаемый сигнал был симметричен относительно нулевой линии.



Связь по переменному и постоянному току

Вход ТСРА300 и ТСРА400 может быть установлен на связь как по постоянному, так и по переменному току. При связи по постоянному току отображаются постоянная и переменная составляющая, а в режиме связи по переменному току постоянная составляющая из отображаемого сигнала устраняется. При использовании связи по переменному току необходимо убедиться, что входной постоянный ток не превышает специфицированного для пробника значения.

Связь по переменному току будет искажать форму сигнала на частотах, меньших нижней границы полосы пропускания для связи по переменному току. Например, для импульсных токов возможен спад на вершинах или уменьшение амплитуды (см. рис. 13)

1. Низкочастотный прямоугольный сигнал с использованием связи по переменному току. Из-за среза низких частот сигнал отображается со спадом на вершинах.
2. После изменения настройки усилителя на связь по постоянному току импульс отображается как истинно прямоугольный (см. рисунок ниже).

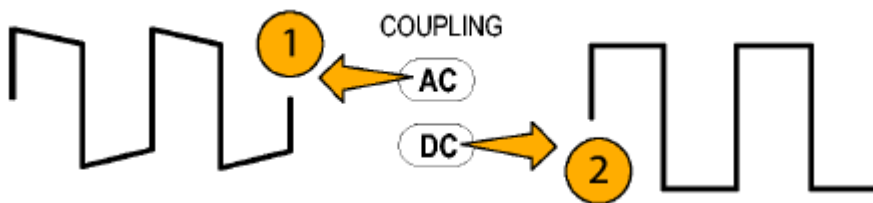


Рисунок 13: Влияние настройки связи по переменному или постоянному току на отображение низкочастотных сигналов

Если необходимо изучить низкочастотный сигнал, наложенный на относительно большую постоянную составляющую, можно разложить сигнал посредством выполнения следующих операций:

1. Выберите настройку диапазона, при которой будет возможно максимально детальное отображение без выхода за пределы динамического диапазона сигнала.
2. Отрегулируйте чувствительность шкалы «В/деление» осциллографа («А/деление», если используется интерфейс ТЕКPROBE), чтобы отобразить сигнал максимально подробно.

Ограничения максимального тока

Токовые пробники имеют три вида ограничений максимального тока: непрерывный ток, импульсный ток и произведение силы тока и времени (ампер-секунда). Превышение любого из данных ограничений может привести к насыщению сердечника пробника, намагничиванию сердечника и повышению погрешности измерения.

- «Максимальный непрерывный ток» обозначает максимальный ток, который может быть измерен в непрерывном режиме при DC или указанной частоте переменного тока (AC). Максимальное значение непрерывного тока зависит от частоты: с ростом частоты максимальное значение непрерывного тока снижается.
- «Максимальный импульсный ток» обозначает максимальное пиковое значение импульсного тока, которое может быть измерено пробником с заявленной точностью независимо от длительности импульса (в пределах ограничения полосы пропускания).
- «Произведение силы тока и времени» определяет максимальную длительность импульсного тока, который можно измерить при амплитуде импульса между значениями максимального непрерывного и максимального импульсного тока. Максимальное значение непрерывного тока зависит от частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ. После измерения тока, превышающего максимальное значение непрерывного тока, максимальное значение импульсного тока или произведение силы тока и времени, всегда выполняйте процедуру размагничивания пробника. Превышение данных ограничений может привести к намагничиванию пробника и повышению погрешности измерения.

Чтобы определить, не будет ли иметь место превышение по произведению силы тока и времени, необходимо выполнить процедуру А (максимальная допустимая ширина импульса) или процедуру Б (максимальная допустимая амплитуда импульса).

Процедура А: Максимальная допустимая ширина импульса

Для определения максимальной допустимой ширины импульса выполните следующие действия:

1. Измерьте пиковый ток импульса.
2. Разделите величину произведения силы тока и времени (ампер-секунда или ампер-микросекунда) для данного предела пробника на полученное значение пикового тока импульса. Полученное частное будет максимальной допустимой шириной импульса (PW_{max}).

$$\frac{A \cdot \mu s}{I_P} = PW_{max}$$

Например, токовый пробник ТСП312А имеет максимальное значение произведения силы тока и времени в 500 А-мкс на пределе 10 А/В. Если импульс, измеренный с помощью ТСП312А, будет иметь пиковый ток в 40 А, то максимальная допустимая ширина импульса будет равняться результату деления 500 А-мкс на 40 А или 12,5 мкс.

3. Убедитесь, что ширина импульса в точке 50% от измеренного сигнала меньше вычисленной максимальной допустимой ширины импульса (PW_{max}).

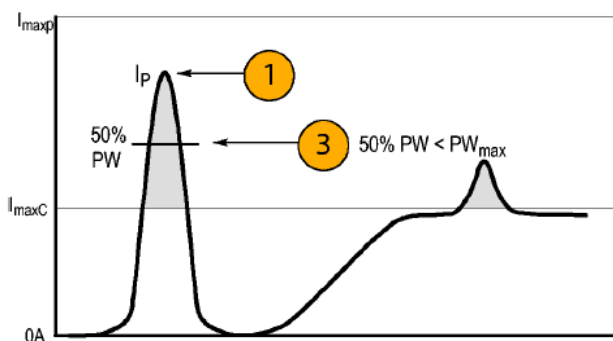


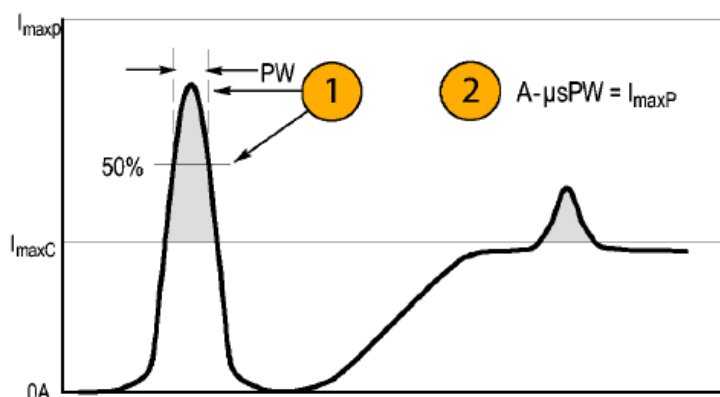
Рисунок 14: Применение правила произведения силы тока на время

Процедура Б: Максимальная допустимая амплитуда импульса

Для определения максимальной допустимой амплитуды импульса выполните следующие действия:

1. Измерьте ширину импульса в точках 50%.
2. Разделите величину произведения силы тока и времени (ампер-секунда или ампер-микросекунда) для данного предела пробника на ширину импульса. Полученное частное будет максимальной допустимой амплитудой импульса; пиковая амплитуда измеренного импульса должна быть меньше этого значения.

Например, токовый пробник ТСП312А имеет максимальное значение произведения силы тока и времени в 500 А-мс на пределе 10 А/В. Если импульс, измеренный с помощью ТСП312А, будет иметь ширину в 15 мкс, то максимальный допустимый пиковый ток будет результатом деления 500 А-мс на 15 мкс или 33,3 А.



Измерение непрерывного тока с помощью пробника ТСП404XL

При измерении непрерывного тока с помощью пробника ТСП404XL необходимо принимать во внимание несколько факторов, чтобы выполнить точные измерения и не вызвать срабатывание цепи защиты от перегрева. Амплитуда и коэффициент заполнения непрерывного и прерывистого тока, а также температура окружающей среды – всё это будет влиять на допустимую продолжительность измерения, определяющую безопасную рабочую область пробника.

Вы можете вычислить коэффициент заполнения для непрерывного и прерывистого тока, если известна продолжительность непрерывного тока (определяемая как время измерения) и период измерения. На рис. 15 демонстрируется непрерывный и прерывистый ток, а также вычисление коэффициента заполнения.



Рисунок 15: Вычисление коэффициента заполнения

После вычисления коэффициента заполнения для измеряемого прерывистого тока можно использовать остальные показатели (амплитуда непрерывного и прерывистого тока и т.д.) для сравнения условий измерения с показанными на рисунках 16, 17 и 18 на стр. 30.

Данные рисунки демонстрируют зависимость времени измерения от коэффициента заполнения. С ростом коэффициента заполнения по оси x уменьшается время измерения (прерывистого тока) по оси y.

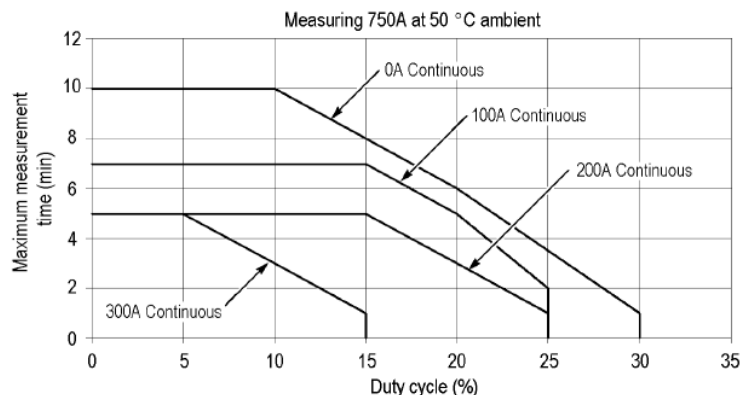


Рисунок 16: Измерение прерывистого тока 750 А при температуре окружающей среды 50 °C

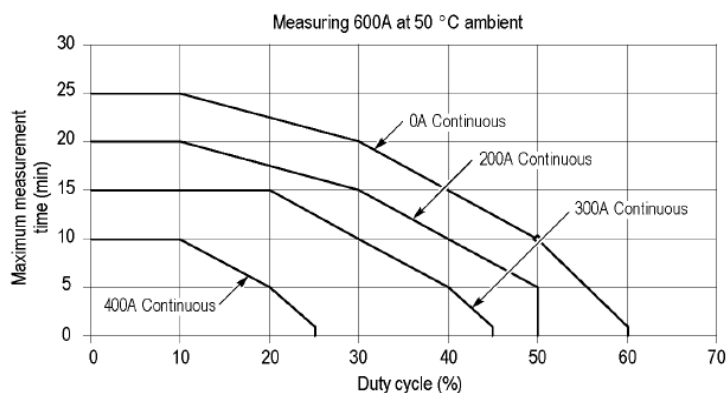


Рисунок 17: Измерение прерывистого тока 600 А при температуре окружающей среды 50 °C

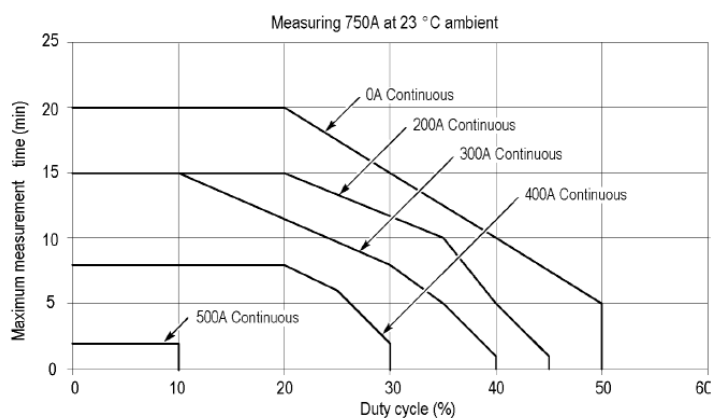


Рисунок 18: Измерение прерывистого тока 750 А при температуре окружающей среды 23 °C

На рис. 16 и рис. 17 на стр. 30 демонстрируются результаты измерения при двух значениях амплитуды прерывистого тока 750 А и 600 А, соответственно. Температура окружающей среды в обоих примерах постоянная, 50 °С.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Для предотвращения травмирования не прикасайтесь к головке пробника до тех пор, пока она не остынет после отключения пробника от цепи. Использование пробника для измерения токов у верхней границы допустимых значений и работа при максимальной температуре окружающей среды в течение длительного времени могут привести к нагреванию поверхности головки пробника.

Чтобы понять, как амплитуда прерывистого тока влияет на время измерения, посмотрите на кривые измерения постоянного тока 200 А на рис. 16 и рис. 17 на стр. 30. Сравните максимальное допустимое время измерения для коэффициента заполнения 20%: на 750 А время безопасного измерения составляет 3 минуты, а при меньшей амплитуде прерывистого тока в 600 А это время увеличивается до 17 минут.

Изучая любой из этих трех графиков, вы можете заметить, что при измерении прерывистого тока, имеющего такую же амплитуду и коэффициент заполнения, время измерения сокращается с ростом амплитуды непрерывного тока.

И наконец, сравним два графика на рис. 16 и рис. 18 на стр. 30. На этих графиках демонстрируется зависимость продолжительности измерения от температуры окружающей среды. При непрерывном токе в 200 А и прерывистом токе в 750 А и коэффициенте заполнения 20% увеличение температуры на 27 °С приводит к сокращению максимальной продолжительности измерения на 12 минут.

Учет данных факторов при проведении измерения позволяет получить точные результаты и обезопасить персонал от травмирования и оборудование от повреждения.

Расширение диапазона тока

Вы можете столкнуться с ситуациями, когда в процессе измерения происходит превышение максимальных допустимых значений по току подключенного пробника. В данном разделе рассматриваются способы расширения диапазонов переменного и постоянного токов без выхода за указанные пределы.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или возгорания запрещается превышать указанные электрические ограничения ТСРА300 и ТСРА400 или подключаемых принадлежностей. В случае использования нескольких проводов необходимо следить, чтобы ни для какого из проводов не было превышения ограничений по току.

Расширение диапазона постоянного тока

Если необходимо измерить низкоамплитудную переменную составляющую, наложенную на исключительно большую постоянную составляющую (например, в источнике питания) или необходимо расширить диапазон постоянного тока пробника, можно добавить ток смещения (компенсирующий ток) с помощью второго провода.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или возгорания не устанавливайте в пробник одновременно более одного неизолированного провода. Под неизолированным проводом понимается любой проводник без изоляции или без изоляции, достаточной для защиты от напряжения, присутствующего на исследуемом проводнике.

Для подачи компенсирующего тока выполните следующие операции (см. рис. 19).

1. Установите второй провод с чистой постоянной составляющей известной величины в клещи пробника вместе с исследуемым проводом.
2. Расположите второй провод таким образом, чтобы компенсирующий ток протекал в направлении, противоположном направлению постоянного тока в исследуемом проводе.
3. Для определения измеряемых величин необходимо добавить величину компенсирующего тока к отображаемому результату.

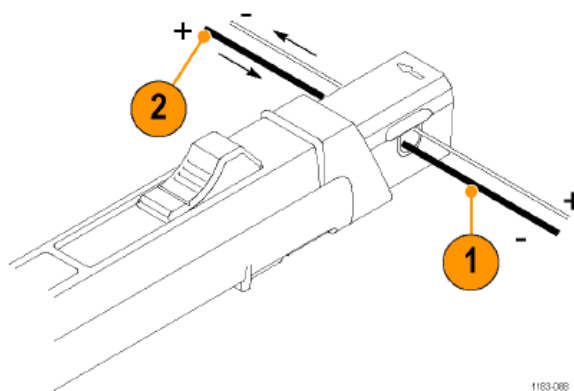


Рисунок 19: Установка дополнительного провода

ПРИМЕЧАНИЕ. Установка дополнительного провода в пробник повышает вносимый импеданс и снижает верхнюю границу полосы пропускания пробника.

Величину компенсирующего тока можно увеличить, пропустив дополнительный провод через пробник несколько раз, как показано на рис. 20 ниже.

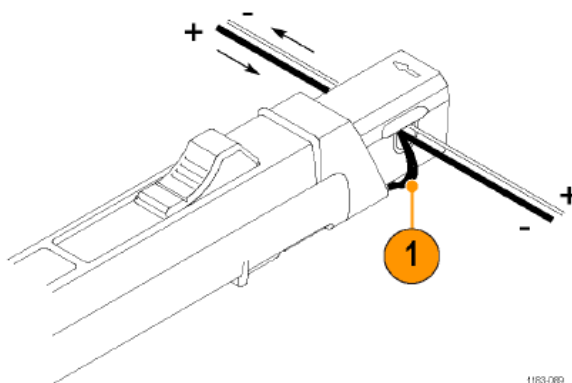


Рисунок 20: Дополнительные витки провода

Компенсирующий ток равен току, протекающему в проводе, умноженному на количество витков вокруг пробника. Например, если дополнительный провод имеет ток в 100 мА DC и пропущен через пробник 5 раз, то постоянный компенсирующий ток будет равен произведению 100 мА на 5, или 500 мА DC.

Для определения результатов измерения необходимо прибавить величину компенсирующего тока к результату на экране.

ПРИМЕЧАНИЕ. Дополнительные витки провода в пробнике повышают вносимый импеданс и снижают верхнюю границу полосы пропускания пробника.

Повышение чувствительности

При измерении постоянного тока или низкочастотных сигналов переменного тока, имеющих малую амплитуду, можно повысить измерительную чувствительность пробника посредством намотки исследуемого провода на пробник, как показано ниже. Сигнал увеличивается на количество витков вокруг пробника.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или возгорания не устанавливайте в пробник одновременно более одного неизолированного провода. Под неизолированным проводом понимается любой проводник без изоляции или без изоляции, достаточной для защиты от напряжения, присутствующего на исследуемом проводе.

Для получения фактической величины тока необходимо разделить амплитуду сигнала на экране осциллографа на число витков. Например, если провод намотан 5 раз, а осциллограф выводит показание 5 мА DC, то фактический ток составляет 5 мА, разделенное на 5, или 1 мА DC.

ПРИМЕЧАНИЕ. Дополнительные витки провода в пробнике повышают вносимый импеданс и снижают верхнюю границу полосы пропускания пробника.

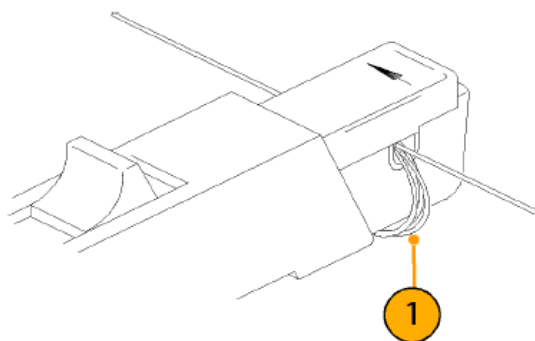


Рисунок 21: Повышение чувствительности пробника