

80E07, 80E08, 80E09 и 80E10
Удаленные электрические импульсные модули
Руководство по эксплуатации



077-0344-00

Tektronix

80E07, 80E08, 80E09 и 80E10
Удаленные электрические импульсные модули
Руководство по эксплуатации

Настоящий документ применяется к микропрограммному обеспечению версии 2.50 и более поздних версий.

www.tektronix.com

077-0344-00

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.

ТЕКТРОНИК и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками 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.

Гарантия

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

Для реализации своего права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания корпорации Tektronix, а также предоплата транспортных услуг возлагается на владельца. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия перестает действовать в том случае, если дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильным использованием, хранением или обслуживанием изделия. В соответствии с данной гарантией корпорация Tektronix не обязана: а) исправлять повреждения, вызванные действиями каких-либо лиц (кроме сотрудников Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильной эксплуатацией изделия или его подключением к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием расходных материалов, отличных от рекомендованных корпорацией Tektronix; а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное с иным оборудованием таким образом, что это увеличило время или сложность обслуживания изделия.

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

[W2 – 15AUG04]

Оглавление

Общие правила техники безопасности	v
Защита окружающей среды	vii
Предисловие	ix
Структура руководства по эксплуатации	ix
Дополнительные руководства	ix
Приступая к работе	1
Описание прибора	1
Варианты комплектации и принадлежности	3
Стандартные принадлежности	3
Дополнительные принадлежности	4
Опции	5
Установка	5
Электростатический разряд	7
Рабочая станция, управляемая статическим электричеством	9
Компенсация	10
Основы работы	11
Практика обращения	11
Элементы управления	12
Сигнальный разъем	12
Выбор канала	13
Разъем ТЕКPROBE	13
Индикатор включения функции TDR	13
Взаимодействие в системе	13
Команды, подаваемые с передней панели основного прибора	14
Команды интерфейса программиста	15
Пользовательская регулировка	16
Чистка	16
Справочная информация	17
Проведение измерений методом TDR	17
Для чего это нужно?	17
Каковы особенности?	17
Пояснения к использованию	17
Чтобы провести измерения методом TDR	21
Основные аспекты измерений методом TDR	28
Причина возникновения отраженных сигналов	29
Диапазон измерения методом TDR	30
Определение скорости распространения и расположения несоответствий	31
Единицы измерения, применяемые в методе TDR	32
Проведение прецизионных измерений методом TDR	33

Проведение дифференциальных и синфазных измерений методом TDR	34
Для чего это нужно?	34
Каковы особенности?	34
Каковы исключения?	34
Пояснения к использованию	34
Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR	35
Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR	41
Требования по уходу за разъемом и адаптером	43
Электростатический разряд	43
Визуальная проверка	43
Чистка разъемов	44
Сборка и затяжка соединений	46
Обнаружение перегоревших входов	49
Проверка на наличие повреждений	49
Предотвращение электрического перенапряжения (EOS)	51
Предотвращение	51
Проверка на наличие повреждений	51
Технические характеристики	55
Электрические импульсные модули	55
Словарь терминов	
Предметный указатель	

Список рисунков

Рис. 1: Импульсный основной модуль и удаленный модуль (показан модуль 80E10)	2
Рис. 2: Принципиальная схема импульсного модуля	3
Рис. 3: Отсеки для импульсных модулей	6
Рис. 4: Направляющая планка и монтажные отверстия	7
Рис. 5: Импульсный модуль (показан модуль 80E10)	12
Рис. 6: Диалоговое окно Vertical Setup (настройка по вертикали)	14
Рис. 7: Диалоговое окно TDR Setup (установка TDR)	15
Рис. 8: Принципиальная электрическая схема генератора ступенчатого сигнала – положительная полярность	18
Рис. 9: Генератор ступенчатого сигнала с закороченным выходом	19
Рис. 10: Генерирование ступенчатого сигнала с нагрузкой в 50 Ом	19
Рис. 11: Генерирование ступенчатого сигнала с разомкнутым контуром	19
Рис. 12: Изображения сигналов в методе TDR для типичных видов нагрузки	21
Рис. 13: Неоднородности в микрополосковой линии – пример	29
Рис. 14: Осциллограмма TDR для примера с неоднородностями в микрополосковой линии	30
Рис. 15: Ступенчатый сигнал TDR и его отражение (короткое замыкание)	30
Рис. 16: Ступенчатый сигнал TDR и его отражение (линия сопротивлением 50 Ом с конечной нагрузкой 75 Ом)	33
Рис. 17: Ступенчатый сигнал TDR неповрежденного импульсного модуля	50
Рис. 18: Первый пример – погрешность, возникающая в результате электрического перенапряжения	52
Рис. 19: Второй пример – накопление погрешности в результате многократных электрических перенапряжений	53

Список таблиц

Таблица 1: Характеристики импульсного модуля.....	2
Таблица 2: Стандартные принадлежности	3
Таблица 3: Дополнительные принадлежности	4
Таблица 4: Информация о динамометрическом ключе.....	49
Таблица 5: Электрические импульсные модули – Регистрация сигнала.....	55
Таблица 6: Электрический импульсный модуль (80E08 или 80E10) – Система TDR	59
Таблица 7: Электрические импульсные модули – Система временной развертки	59
Таблица 8: Электрические импульсные модули – Механические характеристики	60

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

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением или отсоединением токового пробника необходимо обесточить проверяемую цепь.

Используйте защитное заземление. Прибор заземляется через провод заземления шнура питания базового компьютера. 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.

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.

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.

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.



ОСТОРОЖНО
См. руководство



ОСТОРОЖНО
Высокое напряжение



Контактный
вывод
защитного
заземления

Защита окружающей среды

В этом разделе содержатся сведения о влиянии прибора на окружающую среду.

Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать следующие правила:

Утилизация оборудования. Для производства этого прибора потребовалось извлечение и использование природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, опасные для окружающей среды и здоровья людей в случае его неправильной утилизации. Во избежание утечки подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование материалов.



Этот символ означает, что данный прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно директивам 2002/96/ЕС и 2006/66/ЕС об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Сведения об условиях утилизации см. в разделе технической поддержки на веб-сайте Tektronix (www.tektronix.com).

Ограничение распространения опасных веществ

Прибор относится к контрольно-измерительному оборудованию и не подпадает под действие директивы 2002/95/ЕС RoHS.

Предисловие

Перед вами руководство по эксплуатации удаленных импульсных модулей 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10. Оно содержит следующие сведения:

- Описание возможностей импульсных модулей и их установки
- Объяснение порядка работы с импульсными модулями: управление процедурами регистрации, обработка и ввод-вывод данных
- Список технических характеристик импульсных модулей

Самую новую версию пользовательской документации можно загрузить, зайдя на веб-сайт компании Tektronix <http://www.tektronix.com>. Выберите ссылку Manuals (руководства по эксплуатации), после чего, чтобы найти соответствующий документ, введите номер по каталогу или название изделия.

Можно также заказать печатную версию этого руководства по эксплуатации. (См. стр. 3, *Варианты комплектации и принадлежности*.)

Структура руководства по эксплуатации

Руководство по эксплуатации состоит из следующих глав:

- *Приступая к работе*: здесь показано, как настроить и установить импульсный модуль.
- *Основы работы*: здесь описано управление импульсным модулем при помощи передней панели и интерфейса пользователя основного прибора.
- *Справочная информация*: содержит дополнительные сведения о методе TDR.
- *Технические характеристики*: в этой главе перечислены типичные и гарантированные технические характеристики данного изделия.

Дополнительные руководства

Информацию об основном приборе, в котором используется импульсный модуль, см. в документации пользователя и электронной справке, входящей в комплект основного прибора. Команды программирования для всех модулей включены в «Руководство по программированию» основного прибора.

Приступая к работе

Импульсные удаленные модули Tektronix 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10 представляют собой высокопроизводительные модули, которые могут устанавливаться в следующие приборы:

- Последовательный анализатор цифровой информации DSA8200
- Анализаторы сигналов связи CSA8000, CSA800B и CSA8200
- Цифровые импульсные осциллографы TDS8000, TDS8000B и TDS8200

Для надежного функционирования электрических импульсных модулей необходимо, чтобы на основном приборе было установлено прикладное программное обеспечение версии 2.5 или более новой.

ПРИМЕЧАНИЕ. Программа основного прибора может загружаться с ошибками, если модули 80E07, 80E08, 80E09 или 80E10 установлены в основной прибор с версией ПО 2.4 или более ранней.

Чтобы просмотреть версию установленной программы, выберите пункт *About* (о программе) в меню *Help* (справка) основного прибора.



ОСТОРОЖНО. Во избежание электростатического повреждения прибора и импульсных модулей соблюдайте предосторожности, описанные в настоящем руководстве по эксплуатации и в сопровождающих прибор руководствах. (См. стр. 7, Электростатический разряд.)

Описание прибора

Электрические импульсные модули являются широкополосными модулями регистрации данных или TDR-модулями, пригодными для использования в различных контрольно-измерительных приборах и системах.

Основные особенности:

- Два канала регистрации со средней и широкой полосой пропускания.
- Удаленные каналные модули подключаются к основному блоку через кабели, что позволяет расположить пробник или TDR-пробник ближе к тестируемому оборудованию.

- Полоса пропускания выбирается пользователем.
- Независимая канальная задержка.
- Проведение дифференциальных и синфазных измерений методом TDR с независимо контролируемой полярностью и компенсацией фазового сдвига ступеньки для каждого канала (только для модулей 80E08 и 80E10).
- Высокие скорости ступеньки TDR (только для модулей 80E08 и 80E10).

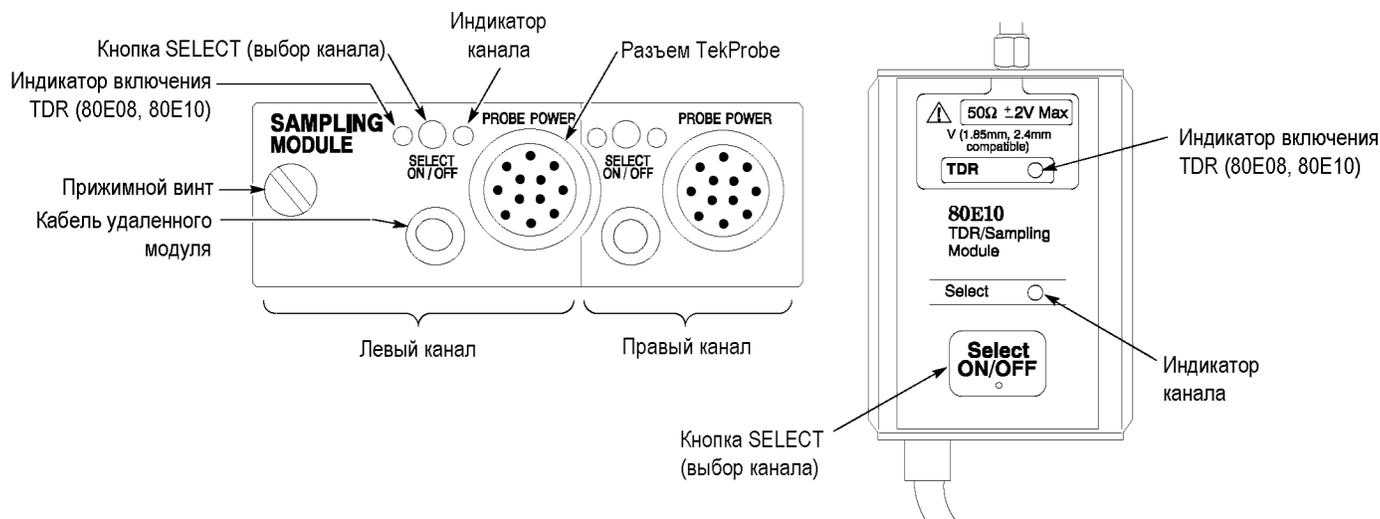


Рис. 1: Импульсный основной модуль и удаленный модуль (показан модуль 80E10)

Таблица 1: Характеристики импульсного модуля

Характеристика	80E07	80E08	80E09	80E10
Количество независимых каналов	2	2	2	2
Количество каналов TDR	Отсутствуют	2	Отсутствуют	2
Полоса пропускания ¹	30 ГГц	30 ГГц	60 ГГц	50 ГГц
Переключаемые полосы пропускания	20 ГГц, 30 ГГц	20 ГГц, 30 ГГц	40 ГГц, 30 ГГц, 60 ГГц	40 ГГц, 30 ГГц, 50 ГГц
Чувствительность по вертикали, вся шкала	1 мВ/дел. (мин.) 100 мВ/дел. (макс.)			
Сигнальные разъемы	2,92 мм (К) гнездо	2,92 мм (К) гнездо	1,85 мм (V) гнездо	1,85 мм (V) гнездо

¹ Полную информацию о времени нарастания, полосе пропускания и шумах см. в разделе технических характеристик.

Импульсные удаленные модули Tektronix 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10 имеют по два независимых канала, каждый со своим собственным контуром сбора данных.

Стробящий задающий сигнал прибора управляет синхронизацией установки уровня стробящего сигнала для каждой системы регистрации. Это гарантирует одновременность получения выборок в каналах импульсного модуля.

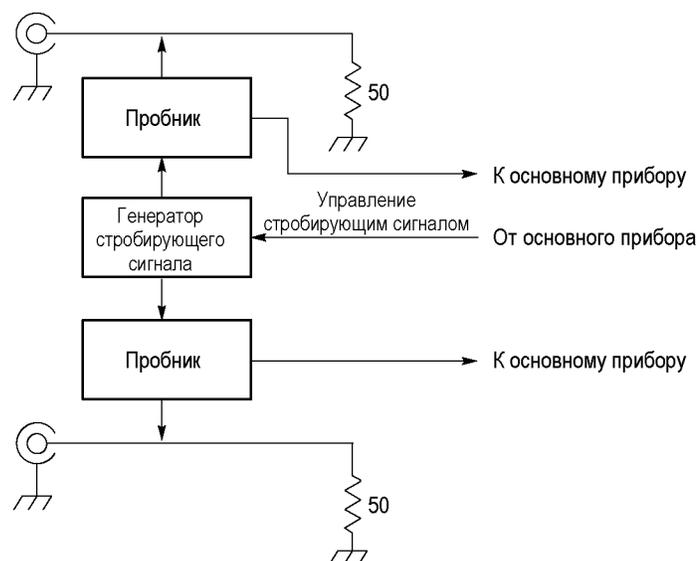


Рис. 2: Принципиальная схема импульсного модуля

Варианты комплектации и принадлежности

В данном разделе перечислены стандартные и дополнительные принадлежности, доступные для импульсных модулей, а также варианты комплектации.

Стандартные принадлежности

Принадлежности, приведенные в следующей таблице, поставляются в комплекте с импульсными модулями. Следите за появлением добавлений, изменений и дополнительной информации, посещая веб-сайт Tektronix, или по текущему каталогу.

Таблица 2: Стандартные принадлежности

Элемент	Номер по каталогу
Сертификат с доступными для анализа данными калибровки при первой поставке	Не заказывается
Нагрузка 50 Ом со штекером SMA и цепочкой (2, 1 на канал)	011-0176-xx
Набор направляющих планок (2 направляющие планки, 4 винта 4-40 с плоскими головками)	650-4986-xx

Таблица 2: Стандартные принадлежности (прод.)

Элемент	Номер по каталогу
Адаптеры (2): 2,4 мм/1,85 мм штекер – 2,92 мм (К) гнездо (только для модулей 80E09 и 80E10)	011-0157-xx
Транспортный контейнер с антистатическим порошком	024-0053-xx (номер детали MaxTek)
Компакт-диск с документацией к приборам (диск, инструкции, бирки для кабелей)	020-2543-xx

Дополнительные принадлежности

Принадлежности, перечисленные в следующей таблице, можно заказать для использования вместе с импульсным модулем в любое время после первой публикации данного руководства по эксплуатации. Следите за появлением добавлений, изменений и дополнительной информации, посещая веб-сайт Tektronix, или по текущему каталогу.

Таблица 3: Дополнительные принадлежности

Элемент	Номер по каталогу
Аттенюатор 2X (SMA штекер – гнездо)	015-1001-xx
Аттенюатор 5X (штекер – гнездо)	015-1002-xx
Делитель мощности	015-0565-xx
Набор вспомогательных устройств SMA	020-1693-xx
Штекер 3,5 мм – 3,5 мм гнездо SMA	015-0552-xx
Скользкий разъем SMA	015-0553-xx
Разъем 3,5 мм, 50 Ом (SMA штекер – гнездо)	015-0549-xx
Аттенюатор с минимальными потерями, BNC гнездо 75 Ом – 50 Ом типа N	131-0112-xx
Выходная нагрузка, логические схемы с эмиттерными связями (ECL)	015-0558-xx
Защитное устройство для разъема, 3,5 мм SMA	015-0549-xx
Руководство по эксплуатации удаленных модулей 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10 (печатный вариант)	071-2038-xx

- Опции** Для модуля можно заказать следующее дополнительное оборудование.
- Опция С3. Три года обслуживания по калибровке
 - Опция С5. Пять лет обслуживания по калибровке
 - Опция D3. Проверочные данные для обслуживания по калибровке в опции С3
 - Опция D5. Проверочные данные для обслуживания по калибровке в опции С5
 - Опция R3. Предоставление услуг по ремонту по завершении трех лет
 - Опция R5. Предоставление услуг по ремонту продлено на срок до пяти лет

Установка

Импульсные модули устанавливаются в переднюю панель перечисленных основных приборов. (См. стр. 1, *Приступая к работе*.)

Чтобы установить модуль, сначала выключите питание прибора при помощи выключателя On/Standby (включение/ожидание), находящегося на передней панели. Затем поместите модуль в отсек и медленно, но уверенно втолкните его вовнутрь. Как только модуль сядет на место, вверните в него прижимной винт, чтобы закрепить модуль. (См. рис. 3.)



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения модуля или прибора ни в коем случае не устанавливайте и не извлекайте модуль при включенном приборе или при незащищенных входных разъемах.

ПРИМЕЧАНИЕ. При снятии модуля сначала ослабьте прижимной винт, после чего воспользуйтесь выталкивателем модуля на основном приборе, чтобы извлечь модуль.

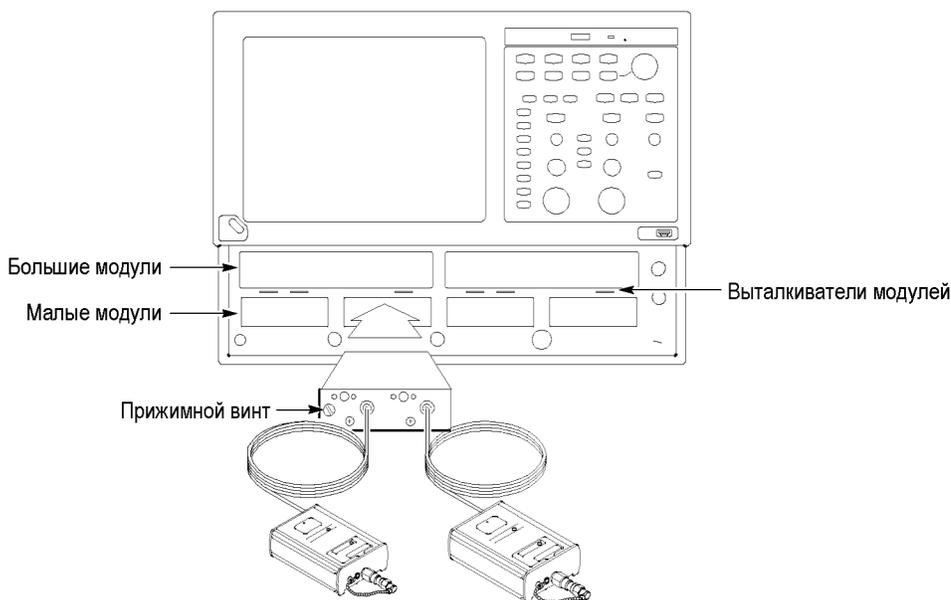


Рис. 3: Отсеки для импульсных модулей

В прибор должен быть установлен по крайней мере один импульсный модуль для оцифровки сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ. См. «Краткое руководство по эксплуатации» к прибору относительно взаимодействия между каналами большого и малого модульных отсеков.

Использование направляющих планок

Направляющие планки позволяют создать стабильные условия эксплуатации для удаленных модулей. С удаленным модулем поставляется одна направляющая планка.

Прикрепите направляющую планку к креплению (или к рабочему столу), используя два крепежных винта (винты входят в комплект). Отверстия, имеющие резьбу 4-40, должны быть разнесены в креплении на расстояние 31,8 мм (от центра отверстия).

После закрепления направляющей планки на поверхности установите на нее удаленный модуль, заправив соответствующим образом полозья на нижней части модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ. Полозья удаленного модуля должны быть правильно вставлены в направляющие планки, чтобы обеспечить надежное крепление. Один из полозьев модуля больше другого. Большой полз должен войти в шариковые пунжеры на направляющей планке. (См. рис. 4.)

Использование крепежных отверстий торцевой пластины

Крепежные отверстия на торцевых пластинах также позволяют создать стабильные условия эксплуатации для удаленных модулей. В торцевых пластинах каждого модуля есть отверстия – одно на передней пластине и одно на задней. При монтаже модулей будет необходимо использовать эти отверстия.

Расстояние между передней и задней торцевыми пластинами составляет 75 мм; монтажные отверстия расположены на одной оси. (См. рис. 4.) В каждом монтажном отверстии нарезана резьба 4-40 на глубину 9,5 мм. Нижняя часть монтажных отверстий закрыта, чтобы предохранить внутренние схемы удаленных модулей от повреждения винтами.



ОСТОРОЖНО. Не используйте для крепежных отверстий торцевых пластин винты длиннее 9,5 мм. Длинные винты упрутся в заглушки отверстий, при этом их резьба или головки винтов могут быть повреждены.

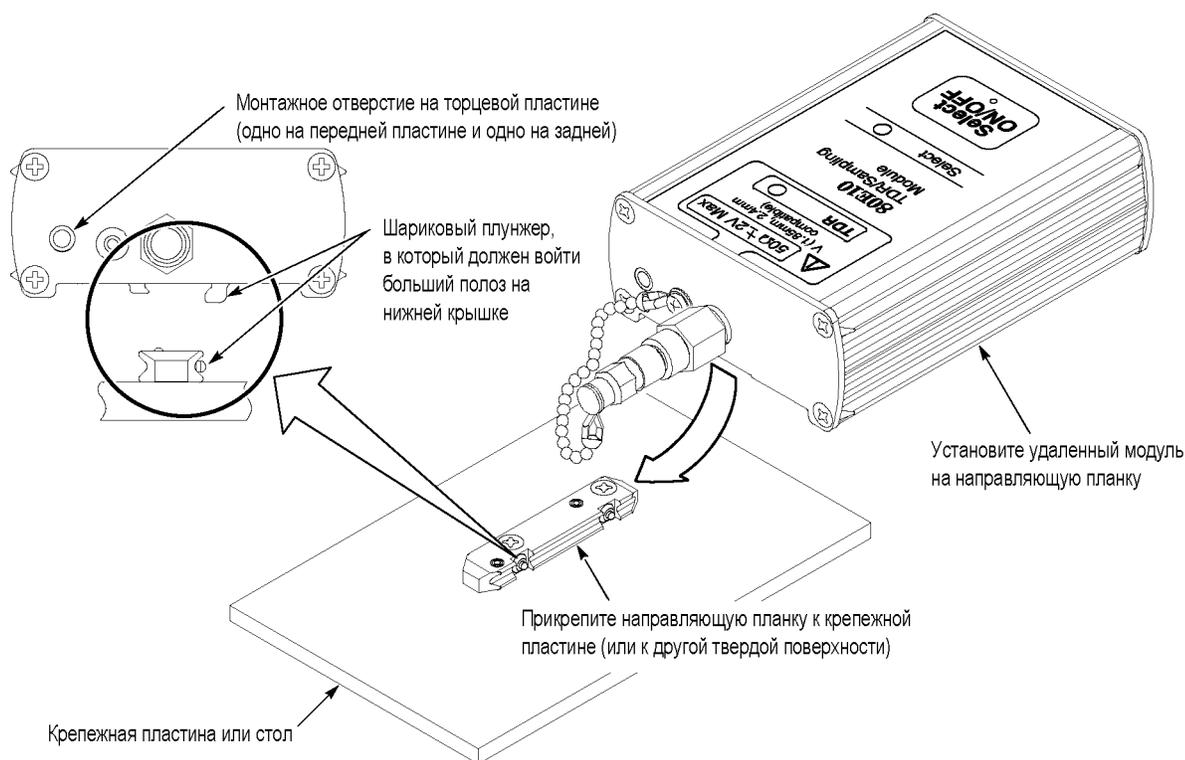


Рис. 4: Направляющая планка и монтажные отверстия

Электростатический разряд

Во избежание электростатического повреждения основного блока и импульсных модулей соблюдайте предосторожности, описанные в настоящем руководстве по эксплуатации.

Электрическая схема импульсного модуля очень восприимчива к повреждению электростатическим разрядом или сигналами, идущими с перегрузкой. Следите за тем, чтобы импульсный модуль эксплуатировался только в контролируемой с точки зрения электростатического состояния окружающей среде. Следите за тем, чтобы для электростатического заряда, накапливающегося в центральном и наружном разъемах кабелей, перед подсоединением кабеля к импульсному модулю был обеспечен сток в контур заземления.

Найдите источник анализируемого сигнала. Если он способен создавать перенапряжения, безопасней не зависеть от защитных настроек источника сигнала, а использовать внешний аттенюатор, защищающий вход на случай возникновения неблагоприятных условий. Например, для источника напряжения с максимальным значением 20 В, подключенного к импульсному модулю, рассчитанному не более, чем на напряжение 3 В, используйте аттенюатор 10X (десятикратный). Там, где это возможно, подключайте кабели сначала к источнику сигнала, а затем – к импульсному модулю.



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждений, связанных с воздействием электростатического разряда, установите окончательную нагрузку сопротивлением 50 Ом на каждый разъем импульсного модуля перед его извлечением из прибора, или если он не используется. Храните импульсный модуль в контейнере, недоступном для статического электричества, например, в транспортном контейнере. При перестановке импульсного модуля с одного прибора на другой для его транспортировки используйте защищенный от статического электричества контейнер.

Во избежание повреждения импульсного модуля перед подсоединением к нему кабелей обеспечьте для электростатического заряда, накапливающегося на центральном и наружном разъемах кабелей, сток в контур заземления.

Во избежание повреждения импульсного модуля не создавайте антенну для электростатического разряда, оставляя присоединенными к входу модуля кабели, другие концы которых свободны.

Во избежание повреждения импульсного модуля или прибора никогда не устанавливайте и не снимайте модуль, если прибор находится под напряжением.

При работе с импульсными модулями или при сборке сигнальных соединений всегда используйте заземляющий браслет (входит в комплектацию прибора). При обращении с импульсными модулями носите антистатическую одежду и работайте на рабочей станции, защищенной от воздействия статического электричества.

При работе с функцией TDR используйте защитный модуль Tektronix 80A02 EOS/ESD от электрического перенапряжения и электростатического разряда.

Во избежание повреждения импульсного модуля или прибора не подавайте напряжение, превышающее максимальное входное напряжение, на данный модуль. (См. таблицу 5.)

**Рабочая станция,
управляемая
статическим
электричеством**

Информацию о создании управляемой статическим электричеством рабочей станции см. в документе Ассоциации электронной промышленности EIA-625; Требования по обращению с устройствами, чувствительными к электростатическому разряду (ESDS).

Используйте защитный модуль Tektronix 80A02 EOS/ESD для защиты импульсного модуля от повреждения, вызываемого электростатическим разрядом, исходящим от монтажных плат и кабелей. Используйте модуль 80A02 в задачах, где на проверяемом устройстве могут скапливаться большие статические заряды, например, при проверке монтажных плат TDR или кабелей.

Для надлежащей установки и использования см. документацию, поставляемую с модулем 80A02.

Компенсация

После установки импульсного модуля или после его перемещения из одного отсека в другой необходимо, используя меню Utilities (сервис), запустить компенсацию, позволяющую выйти на заявленные технические характеристики прибора и модулей.

Инструкции по запуску компенсации см. в разделе *Повышение точности измерений* краткого руководства по эксплуатации или электронной справки для основного прибора.

Основы работы

Настоящая глава знакомит пользователя с работой импульсного модуля. В ней описаны элементы управления и разъемы, находящиеся на передней панели, взаимодействие импульсного модуля с основным прибором, программирование импульсного модуля и доступные пользователю возможности регулировки.

Практика обращения

На приведенном ниже рисунке изображены импульсный модуль и удаленный модуль с кнопками, индикаторами и разъемами. (См. рис. 5.)



ОСТОРОЖНО. Во избежание повреждения импульсного модуля или прибора не подавайте на данный модуль напряжение, превышающее его максимальное входное напряжение. (См. таблицу 5.)

Во избежание электростатического повреждения прибора и импульсных модулей соблюдайте предосторожности, описанные в настоящем руководстве по эксплуатации и в сопровождающих прибор руководствах. (См. стр. 7, Электростатический разряд.)

При работе с импульсными модулями или при сборке сигнальных соединений всегда используйте заземляющий браслет (входит в комплектацию прибора).

Входной контур данного импульсного модуля очень чувствителен к повреждениям, связанным с подачей завышенного сигнала или с электростатическим разрядом. Никогда не подавайте на модуль постоянное или пиковое напряжение, превышающее его максимальное входное напряжение. (См. таблицу 5.) Эксплуатируйте прибор и импульсный модуль только в контролируемой с точки зрения электростатического состояния окружающей среде.

Элементы управления

Каждый импульсный модуль содержит два идентичных удаленных модуля. В настоящем разделе описаны элементы управления, разъемы и индикаторы каналов модулей.

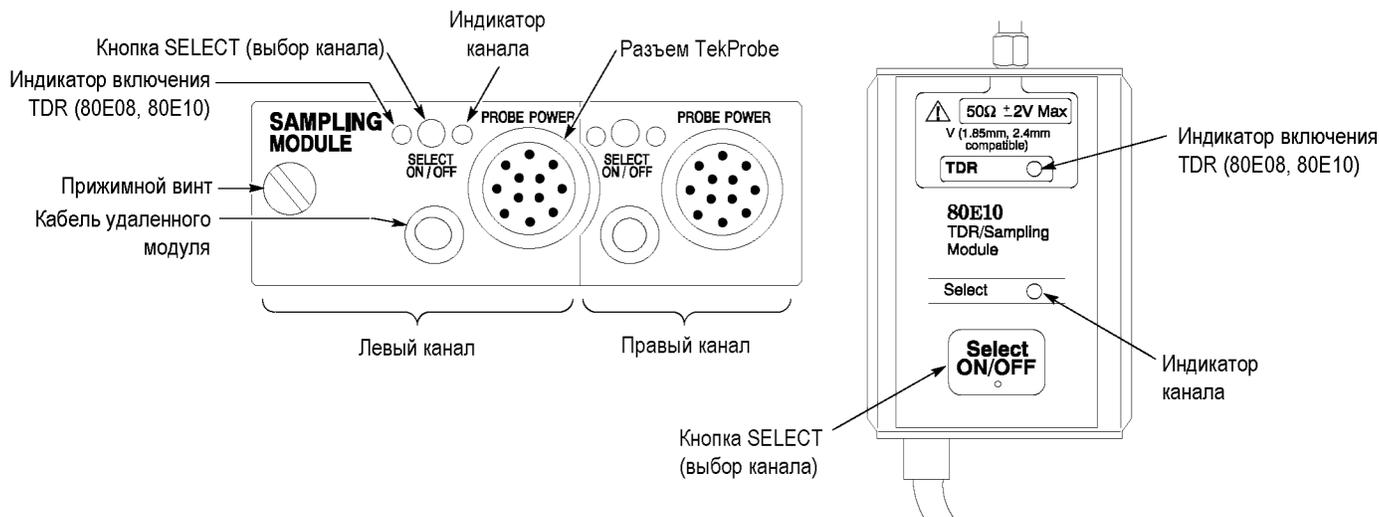


Рис. 5: Импульсный модуль (показан модуль 80E10)

Сигнальный разъем

Входные сигнальные разъемы каждого канала позволяют подключать сигналы для оцифровки. Для регистрации подключите сигнал к удаленному импульсному модулю через разъем для подачи входного сигнала. Описание сигнальных разъемов, используемых в данном импульсном модуле, приведены в таблице характеристик импульсного модуля. (См. таблицу 1 на странице 2.)

Бережное обращение с разъемами. Никогда не подключайте кабель к разъему модуля дискретизации, если у кабеля изношен или поврежден разъем, поскольку этим можно повредить разъем модуля дискретизации. Кабель необходимо бережно подключать к разъемам и отключать от разъемов. Поворачивать можно только гайку, но ни в коем случае не кабель. При подсоединении кабеля к разъему модуля дискретизации аккуратно выровняйте разъемы друг относительно друга, прежде чем затягивать гайку. На начальной стадии подсоединения разъема не прикладывайте существенных усилий. Затем слегка подтяните гайку при помощи гаечного ключа. Более подробную информацию см. в разделе *Требования по уходу за разъемом и адаптером*. (См. стр. 43.) Конкретные значения моментов см. в таблице информации о динамометрическом ключе. (См. таблицу 4 на странице 49.)

Если разъемы импульсного модуля предполагается интенсивно использовать, например, в условиях производства, на модуле следует установить адаптеры

(например, на разъемы диаметром 3,5 мм с номером 015-0549-xx по каталогу Tektronix), обеспечивающие соединения с проверяемым устройством.

Выбор канала

В каждом канале имеется два элемента для управления каналом. Модуль (установленный в прибор) имеет кнопку SELECT ON/OFF (выбор вкл/выкл) и индикатор для каждого канала. Аналогичная функция и индикатор имеются и на каждом удаленном модуле. Кнопки и индикаторы работают следующим образом:

- Если желтый индикатор канала включен, значит, по этому каналу идет регистрация осциллограммы.
- Если нажать кнопку, когда канал не регистрирует никаких данных (ни канальной, ни расчетной осциллограммы), прибор активирует (включает) этот канал.
- Если нажать кнопку, когда канал активен и регистрирует осциллограмму канала, прибор выбирает осциллограмму канала.
- Если при нажатии кнопки канала осциллограмма канала уже была выбрана, прибор выключает канал.

Разъем TEKPROBE

Разъем TekProbe обеспечивает поддержку вспомогательных принадлежностей, требующих поддержки TekProbe SMA на уровнях 1 и 2. Через этот разъем основной прибор обеспечивает подачу питания и управление подключенными вспомогательными принадлежностями.

Индикатор включения функции TDR

На основном и удаленном модулях с возможностью использования функции TDR индикатор TDR ON (функция TDR включена) показывает, передает ли ступеньку генератор ступеньки через сигнальный разъем. Основной прибор включает или выключает его.

Взаимодействие в системе

Импульсный модуль является составляющей более обширной приборной системы. Большинство функций импульсного модуля, таких как шкала по вертикали и по горизонтали, автоматически управляются посредством основного прибора. Не требуется никакого непосредственного управления этими параметрами; они изменяются в зависимости от конкретных задач, решаемых при помощи основного прибора.

Также посредством основного прибора осуществляется управление внешним ослаблением сигнала в канале. Поле External Attenuation (внешнее ослабление) позволяет ввести число, характеризующее внешнее ослабление сигнала в данном канале.

Команды, подаваемые с передней панели основного прибора

Vertical Setup (настройка по вертикали)

В диалоговом окне Vertical Setup (настройка по вертикали) осуществляется доступ к элементам управления импульсным модулем. Это диалоговое окно изображено на следующем рисунке.

Сначала в диалоговом окне необходимо выбрать раздел Waveform (осциллограмма). Затем, чтобы изменить соответствующие настройки, следует выбрать поля Setup Scale (шкала настройки), Position (положение), Channel Offset (смещение канала), Deskew (компенсация временного запаздывания), Delay (задержка), Bandwidth (полоса пропускания), Units (единицы измерения) или External Attenuation (внешнее ослабление).

Детальная информация об этом диалоговом окне содержится в электронной справке, поставляемой вместе с основным прибором.

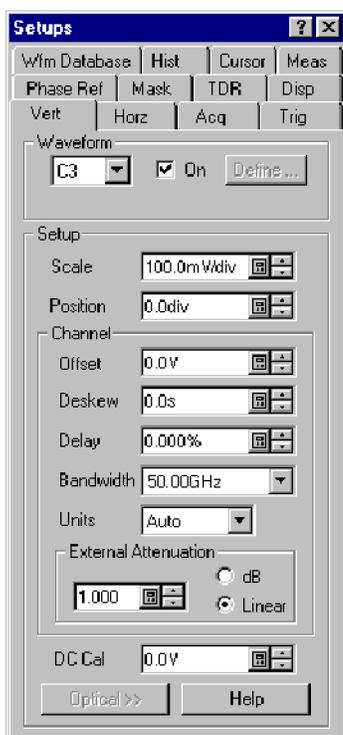


Рис. 6: Диалоговое окно Vertical Setup (настройка по вертикали)

Настройка TDR

В диалоговом окне TDR Setup (настройка TDR) осуществляется доступ к элементам управления импульсным модулем с функцией TDR. Это диалоговое окно изображено на следующем рисунке.

Каналы с функцией TDR активны. Используйте предварительную установку, чтобы автоматически отображать исходный ступенчатый сигнал. Когда ступенчатый сигнал TDR активен (и выбран канал), используйте автоустановку TDR для поиска и отображения первого отраженного фронта.

Детальная информация об этом диалоговом окне содержится в электронной справке, поставляемой вместе с основным прибором.

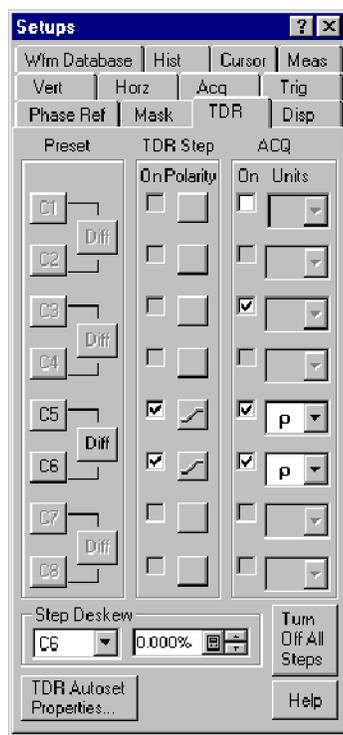


Рис. 7: Диалоговое окно TDR Setup (установка TDR)

Команды интерфейса программиста

Команды дистанционного управления для всех импульсных модулей собраны в «Электронном руководстве по программированию».

Пользовательская регулировка

Основной прибор управляет всеми настройками, параметрами и регулировками импульсного модуля. Чтобы сохранить, отменить или изменить настройки модуля, воспользуйтесь меню прибора или элементами управления на передней панели, загляните в электронную справку, поставляемую вместе с основным прибором.

Чистка

Корпус модуля не пропускает пыль вовнутрь, и его не следует открывать. Чистка внешней поверхности основного модуля обычно ограничивается передней панелью. Если потребуется почистить весь корпус, выньте его из основного прибора. Однако, чтобы правильно обращаться с модулем, сначала ознакомьтесь со всей процедурой *Установка*. (См. стр. 5.)



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание получения травм, прежде чем производить чистку, выключите питание прибора и отсоедините его от электросети.

Чистка внешних поверхностей модуля выполняется сухой тканью, не оставляющей волокон, или мягкой щеткой. Оставшееся загрязнение может быть удалено влажной тканью или щеткой, смоченной в 75-процентном растворе изопропилового спирта. Узкие места вокруг элементов управления и разъемов следует прочищать щеткой. Не допускайте попадания влаги внутрь модулей. Не допускайте попадания влаги внутрь модулей. Не используйте для чистки корпусов и кабелей абразивные составы, поскольку они могут повредить их.



ОСТОРОЖНО. Не используйте химических чистящих средств, которые могут повредить пластмассовые части прибора. При чистке 75-процентным раствором изопропилового спирта остатки раствора следует удалять деионизированной водой. При чистке кнопок меню или кнопок передней панели используйте только деионизированную воду. Перед использованием чистящих средств других типов проконсультируйтесь с представителями и сервисным центром Tektronix.

Не открывайте корпуса импульсного или удаленных модулей. В нем отсутствуют обслуживаемые компоненты, и чистка внутренних поверхностей не требуется.

Справочная информация

Настоящая глава состоит из следующих разделов:

- *Проведение измерений методом TDR* – описано, как использовать модули 80E08 и 80E10 для проведения измерений коэффициента отражения методом совмещения прямого и отраженного сигналов (time-domain-reflectometry, TDR).
- *Основные аспекты измерений методом TDR* – содержит информацию о причинах отражения, диапазоне измерений, скорости распространения и несоответствии измерений, о единицах измерений, а также соображения о том, как повысить точность измерений.
- *Проведение дифференциальных и синфазных измерений методом TDR* – описано, как использовать импульсный модуль с функцией TDR для проведения дифференциальных и синфазных измерений методом TDR.
- *Требования по уходу за разъемом и адаптером* – описано, как следует содержать и использовать разъемы и адаптеры, включая защиту от электростатического разряда (ESD), чистку разъемов, выполнение сборки и затяжки разъемов.
- *Обнаружение перегоревших входов* – описано, как проверить, не поврежден ли импульсный модуль.
- *Предотвращение электрических перенапряжений (EOS)* – описаны причины возникновения электрических перенапряжений, способы их предотвращения и проверки на наличие повреждений.

Проведение измерений методом TDR

В настоящем разделе описано, как использовать модули 80E08 и 80E10 для проведения измерений методом TDR.

Для чего это нужно?

Для проведения измерений методом TDR на линиях электропередачи. При помощи метода TDR можно измерять полное сопротивление вдоль линии электропередачи и определять расстояние до места его изменения.

Каковы особенности?

Масштаб по вертикали может быть представлен в вольтах, «ро» или омах.

Пояснения к использованию

Прочтите посвященные данной теме следующие подразделы; в них содержатся сведения, которые помогут настроить и эффективно выполнить измерения методом TDR.

Генерирование ступенчатого сигнала TDR. Каждый из двух каналов TDR/импульсных модулей 80E08 и 80E10 содержит генератор ступенчатого

сигнала заданной полярности, что позволяет производить автономные измерения по обоим каналам. Выходные сигналы обоих генераторов можно использовать для проведения дифференциальных и синфазных измерений методом TDR.

Электрическая схема генератора ступенчатого сигнала состоит, по большому счету, из источника тока с выбираемой полярностью и диодного ключа. Сначала, до появления ступенчатого сигнала, диодный ключ установлен таким образом, чтобы на выход подавался ток. При размыкании диодного ключа появляется ступенчатый сигнал. Источник постоянного тока обеспечивает поддержание базового уровня сигнала около нуля вольт. На следующем рисунке приведена принципиальная схема соединения ключа и источника тока.

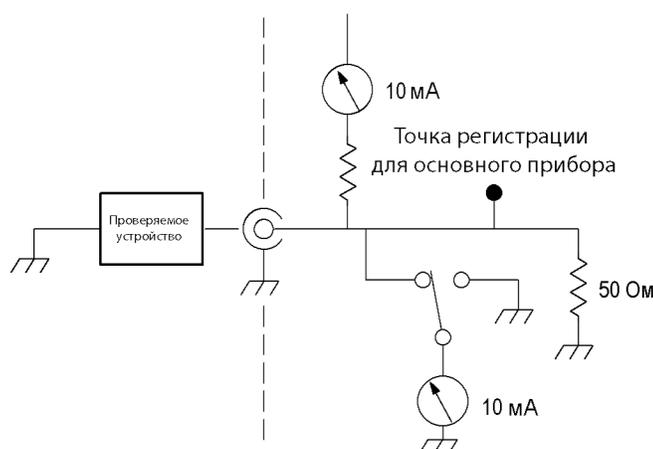


Рис. 8: Принципиальная электрическая схема генератора ступенчатого сигнала – положительная полярность

В следующих параграфах описана работа с короткозамкнутым контуром, с разомкнутым контуром и с нагрузкой 50 Ом при источнике формирования положительного ступенчатого сигнала.

Работа через короткозамкнутый контур. Сначала диодный ключ пропускает ток величиной -10 мА. Поскольку выход генератора ступенчатого сигнала в исходном положении закорочен, сопротивление относительно земли равно 0 Ом.

При размыкании диодного ключа (отрицательное смещение) полное сопротивление относительно земли в точке регистрации (и на разъеме канала) составляет 25 Ом, поскольку сопротивление внутреннего вывода, равное 50 Ом, соединено параллельно с сопротивлением разъема величиной 50 Ом. Напряжение в точке регистрации возрастает до +250 мВ – амплитуда падающего сигнала E_i .

Фронт импульса по короткому пути распространяется к проверяемому устройству и с отрицательной амплитудой $E_r = -250$ мВ отражается назад к точке регистрации, вследствие чего напряжение в точке регистрации

падает до 0 В. Время, зафиксированное между двумя соседними фронтами, есть время распространения сигнала в прямом и обратном направлении между точкой регистрации и проверяемым устройством по короткому пути прохождения. (См. рис. 9.)

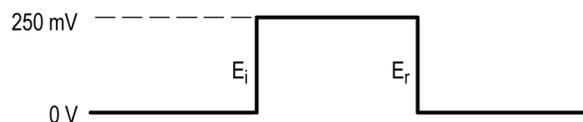


Рис. 9: Генератор ступенчатого сигнала с закороченным выходом

Работа через нагрузку с сопротивлением 50 Ом. Сначала диодный ключ пропускает ток величиной -10 мА. Так как выход генератора ступенчатого сигнала подключен к нагрузке с сопротивлением 50 Ом, сопротивление относительно земли в точке регистрации равно 25 Ом (поскольку внутреннее сопротивление составляет 50 Ом).

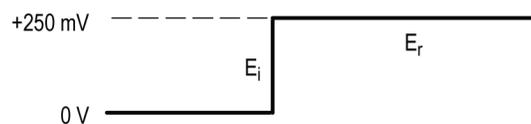


Рис. 10: Генерирование ступенчатого сигнала с нагрузкой в 50 Ом

При размыкании диодного ключа (отрицательное смещение) полное сопротивление относительно земли в точке регистрации (и на разъеме канала) составляет 25 Ом, поскольку сопротивление внутреннего вывода, равное 50 Ом, соединено параллельно с сопротивлением разъема величиной 50 Ом. Напряжение в точке регистрации возрастает до +250 мВ.

Фронт импульса распространяется через нагрузку с сопротивлением 50 Ом, и никакого отражения не происходит.

Работа через разомкнутый контур. Сначала диодный ключ пропускает ток величиной -10 мА. Так как выход генератора ступенчатого сигнала разомкнут, сопротивление относительно земли в точке регистрации равно 50 Ом (поскольку внутреннее сопротивление составляет 50 Ом).

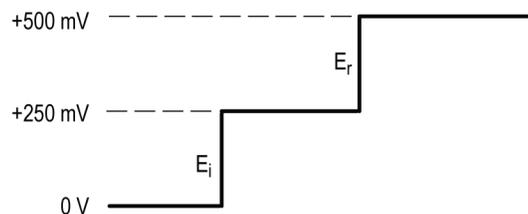


Рис. 11: Генерирование ступенчатого сигнала с разомкнутым контуром

При размыкании диодного ключа (отрицательное смещение) полное сопротивление относительно земли в точке регистрации (и на разъеме канала) составляет 25 Ом, поскольку сопротивление внутреннего вывода,

равное 50 Ом, соединено параллельно с сопротивлением разъема величиной 50 Ом. Напряжение в точке регистрации возрастает до +250 мВ.

Фронт импульса распространяется до разрыва в проверяемом устройстве и с положительным знаком отражается назад к точке регистрации, вследствие чего напряжение в точке регистрации возрастает до +500 мВ. Время, прошедшее между приходом в точку регистрации первого и второго ступенчатого сигналов, является временем прохождения в прямом и обратном направлении между точкой регистрации и точкой разрыва в проверяемом устройстве. (См. рис. 11.)

Корректировка базового уровня. Базовый уровень источника постоянного тока, основывающийся на генераторе ступенчатого сигнала, при подключении нагрузки обычно смещается. Использование источника постоянного тока для отключения тока источника ступенчатого сигнала позволяет поддерживать базовый уровень около 0 В (См. рис. 8 на странице 18.)

Форма отраженных сигналов. Форма отраженных сигналов раскрывает природу и величину полного сопротивления нагрузки, несоответствие или сбой, даже если сопротивление нагрузки не закорочено, не равно 50 Ом или не имеет разрыва. На следующем рисунке показаны типичные формы сигналов метода TDR и нагрузки, генерирующие отраженные сигналы. (См. рис. 12.)

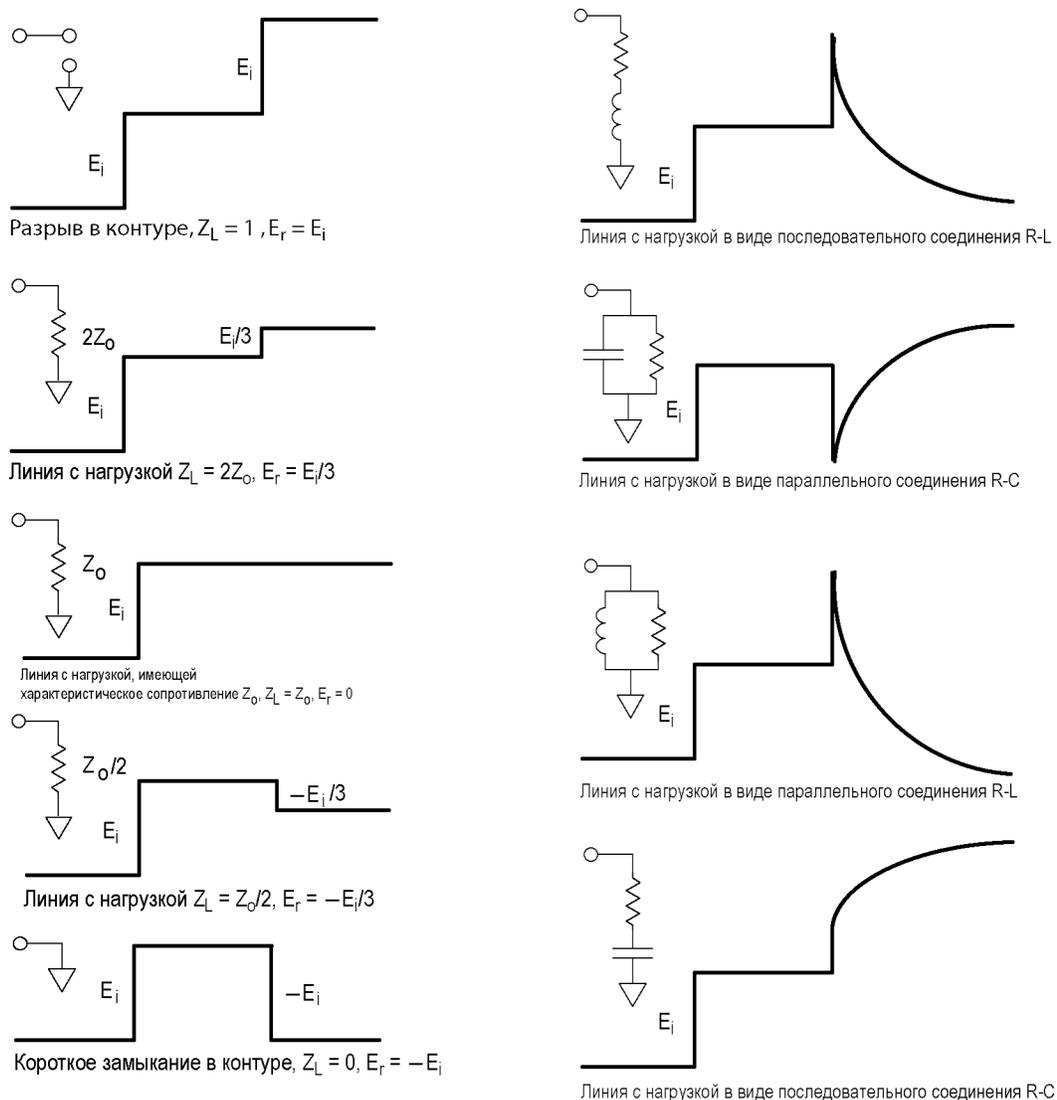
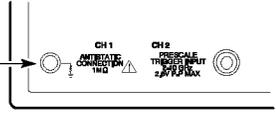
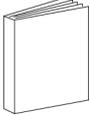
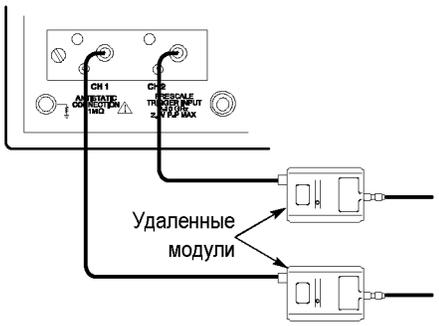


Рис. 12: Изображения сигналов в методе TDR для типичных видов нагрузки

Чтобы провести измерения методом TDR

Данный пример демонстрирует применение функции TDR импульсных модулей 80E08 и 80E10. Метод TDR – это метод проверки и измерения параметров информационной сети или линии электропередачи посредством отправки ступенчатого сигнала в сеть или линию и отслеживания приходящих отражений.

Обзор	Чтобы провести измерения методом TDR	Элементы управления и ресурсы
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Присоедините свой заземляющий браслет к антистатическому разъему на передней панели прибора. См. <i>Предостережение</i> в разделе <i>Электростатический разряд</i>. (См. стр. 7.) 2. Один из импульсных модулей 80E08 и 80E10 должен быть установлен в основной прибор. 	<p>Подсоедините заземляющий браслет</p>   <p>См. документацию пользователя основного прибора или электронную справку по настройке масштаба и регистрации данных.</p>
Вход	<ol style="list-style-type: none"> 3. Подсоедините линию электропередачи к импульсному модулю при помощи соответствующих конкретной задаче методов зондирования/подключения (например, подключите кабель SMA длиной < 5 нс). 	 <p>Удаленные модули</p>

Обзор

Чтобы провести измерения методом TDR

- Предварительная установка функции TDR
4. Задайте начальные условия прибора (нажмите кнопку **DEFAULT SETUP** (настройка по умолчанию)).
 5. Нажмите кнопку **SETUP DIALOGS** (диалоги настройки) и выберите вкладку **TDR**.
 6. Нажмите функцию Preset (предварительная установка) на вкладке TDR для соответствующего канала.

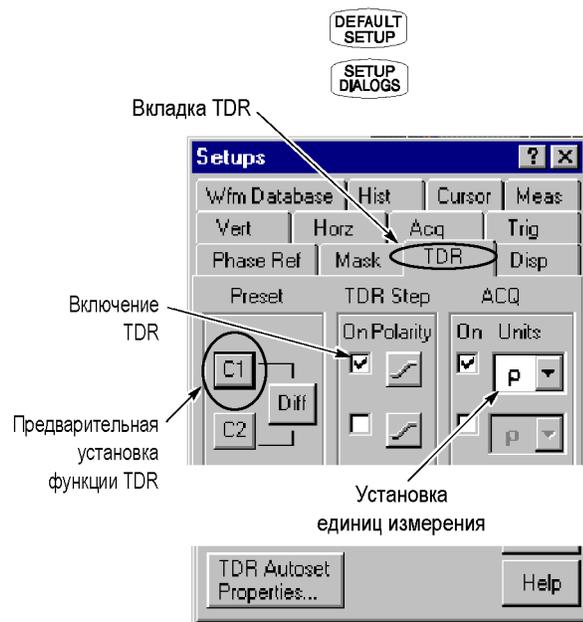
Функция Preset (предустановка) на вкладке TDR устанавливает значение Internal Clock (внутренний генератор тактовых импульсов) в меню Trigger (синхронизация), включает TDR Step (ступенька TDR) в меню TDR Setups (настройки TDR), включает канал и выбирает Units (единицы измерения) для регистрации данных в меню TDR Setups (настройки TDR), и устанавливает горизонтальный масштаб, положение и опорный уровень.

Импульсный модуль должен включить рядом с кнопкой канала SELECT (выбор) красный индикатор, указывающий на то, что для данного канала активирована функция TDR. Функцию TDR можно использовать независимо для каждого канала.

7. Нажмите кнопку TDR Autoset Properties (свойства автоустановки TDR), чтобы отобразить диалоговое окно Autoset Properties (свойства автоустановки) для подготовки автоустановки TDR.

Автоустановка TDR автоматически изменяет настройки прибора таким образом, что отраженный фронт отображается на экране.

Элементы управления и ресурсы



Обзор

Установка других параметров функции TDR

Чтобы провести измерения методом TDR

8. Настройте параметры VERTICAL SCALE (шкала по вертикали) (в данном примере – 500 мВ/дел.) и HORIZONTAL SCALE (шкала по горизонтали) (в данном примере – 2 нс/дел.), чтобы получить кривую, похожую на изображенную. Оставьте, по крайней мере, одно деление основной кривой слева от первого фронта.

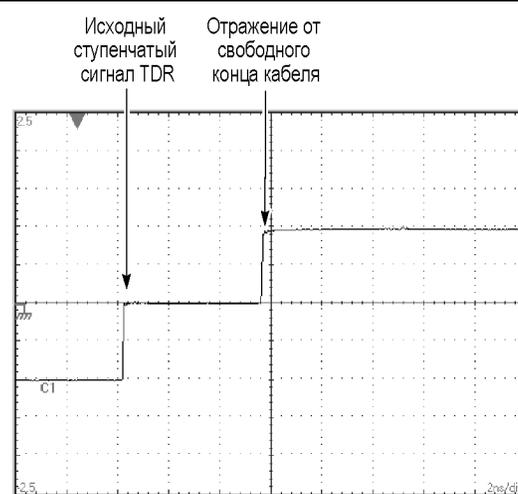
Первым фронтом этой осциллограммы является посланный импульсным модулем ступенчатый сигнал TDR; вторым фронтом – отраженный ступенчатый сигнал, возвращающийся от конца кабеля.

Для проверяемого устройства может потребоваться регулировка параметров Horizontal SCALE (шкала по горизонтали), POSITION (положение) и Reference (опорный сигнал), чтобы отобразить отраженные от проверяемого устройства сигналы в левой части масштабной сетки.

Чтобы зафиксировать отраженные от проверяемого устройства сигналы, отсоедините от него пробник или кабель и определите отраженный от свободного конца пробника или кабеля сигнал.

Если предположить, что проверяемая линия представляет собой микрополосковую линию монтажной платы с открытым концом, и что пробник или кабель теперь подсоединены к этой линии, справа можно увидеть новый открытый отраженный сигнал, соответствующий длине линии. В месте подключения к плате, может быть заметно возмущение сигнала. (См. рис. 13.) Область между входом платы и местом отражения от открытого конца платы является областью измерений методом TDR. Отрегулируйте параметры Vertical SCALE (шкала по вертикали), Vertical POSITION (положение по вертикали), Horizontal SCALE (шкала по горизонтали) и Horizontal POSITION (положение по горизонтали), как требуется для обеспечения хорошего качества изображения области измерений.

Элементы управления и ресурсы



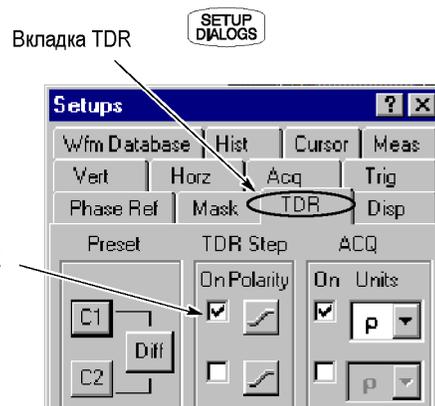
Обзор

Чтобы провести измерения методом TDR

Элементы управления и ресурсы

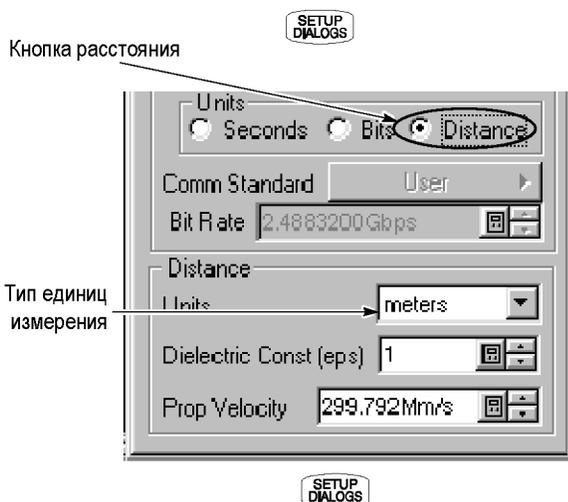
Изменение единиц масштабной сетки режима TDR

9. Единицами измерений, обычно используемыми в режиме TDR, являются единицы «ро» (ρ), которые откладываются по вертикальной оси. Единицы измерения можно изменить при помощи меню выбора единиц Units (единицы) в области ACQ.
10. Нажмите кнопку **SETUP DIALOGS** (диалоги настройки) и выберите вкладку **TDR**.
11. Выберите либо **V** для измерений в вольтах, либо **ρ** для измерений в «ро», либо **Ω** для измерений в омах.



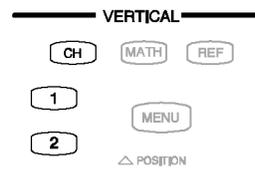
Определение единиц измерения горизонтальной развертки

12. Выберите вкладку **HORIZONTAL** (по горизонтали).
13. Выберите кнопку-переключатель **Distance** (расстояние). Используйте этот элемент управления для выбора типа единиц измерения по горизонтальной оси для всех разверток. Выбирать можно между секундами, битами и единицами длины. Масштаб временной развертки и положение элементов управления определяют выбор единиц измерения.
14. Если требуется решаемая задача, можно также установить один из следующих элементов управления (они влияют друг на друга, поэтому следует устанавливать только один из них):
 - Ввести значение Dielectric Const (диэлектрическая постоянная) (ϵ_{ps}), чтобы она соответствовала таковой для проверяемого устройства.
 - Ввести значение Prop Velocity (скорость распространения), чтобы она соответствовала таковой для проверяемого устройства.
15. Нажмите кнопку **SETUP DIALOGS** (диалоги настройки).
16. Продолжение описания процесса автоматических измерений – на следующей странице.



Выполните автоматические измерения

17. Используйте кнопки области Vertical (по вертикали) для выбора осциллограммы TDR, которую необходимо измерить.

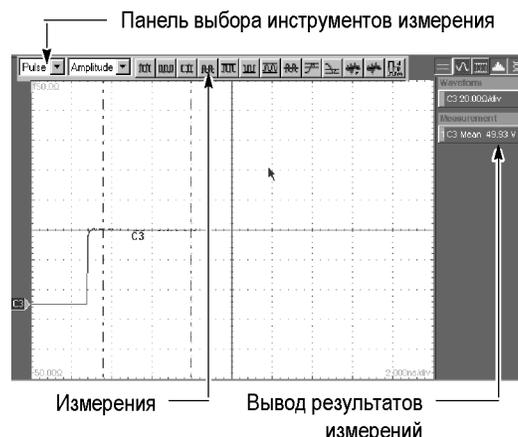


Обзор

Чтобы провести измерения методом TDR

18. Выберите одну из панелей инструментов для измерений.
19. Выберите тип измерения, который вас интересует (например, среднее значение), на панели инструментов для измерений.
20. Результаты отображаются в экранной надписи измерений.

Элементы управления и ресурсы

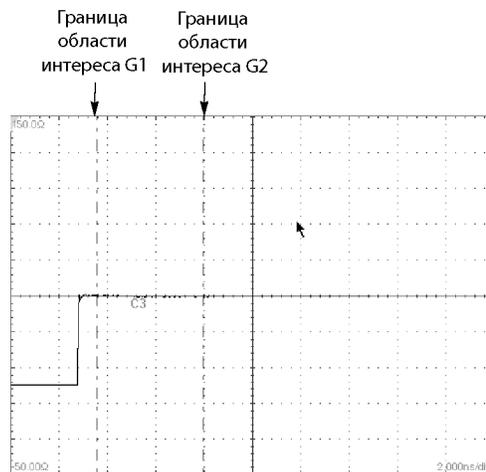
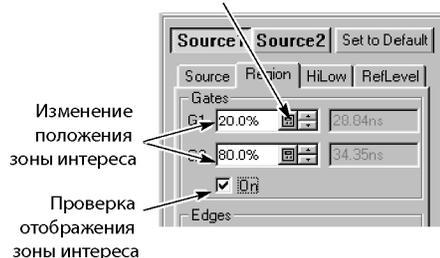


21. Чтобы измерить часть осциллограммы, выберите вкладку Region (зона), на которой отображаются элементы управления областью интересов. Установите справа флажок, чтобы активировать элементы управления областью интересов и отобразить эту область на экране.
22. Используйте элементы прокрутки G1 и G2 (щелкните и введите соответствующие значения, используйте кнопочную панель, многофункциональные ручки или захватите и перетащите область интереса) для выбора границ области интереса (области измерений) на экране.

Если необходимо обеспечить хорошее изображение этой области осциллограммы, отрегулируйте параметры Vertical SCALE (шкала по вертикали), Vertical POSITION (положение по вертикали), Horizontal SCALE (шкала по горизонтали), Horizontal POSITION (положение по горизонтали) и Reference (опорный сигнал). Увидеть изменение масштаба и расположения можно непосредственно на отображаемой осциллограмме, см. изображения осциллограмм. (См. рис. 16.)

Можно также сравнивать друг с другом следующие осциллограммы. (См. рис. 13.) (См. рис. 14.)

Доступ к виртуальной клавиатуре



Обзор

Чтобы провести измерения методом TDR

Элементы управления и ресурсы

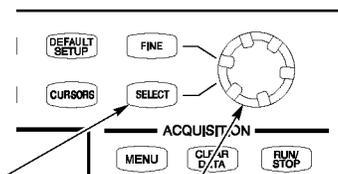
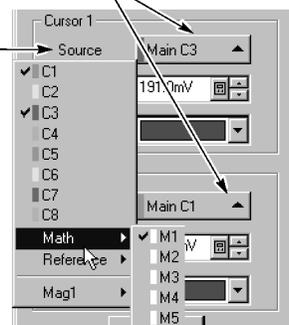
Выполнение курсорных измерений

23. Нажмите кнопку SETUP DIALOGS (диалого настройки) и выберите вкладку Cursor (курсор).
24. Выберите тип курсора осциллограммы.
25. Из всплывающего списка для каждого из курсоров (Cursor 1 и Cursor 2) выберите источник TDR.
26. Воспользуйтесь кнопкой SELECT (выбор) для выбора между двумя курсорами. Активный курсор отображается в виде сплошной линии.
27. Для измерения необходимых особенностей, вращая ручку Adjust (регулировка), укажите расположение каждого курсора на осциллограмме TDR.

SETUP DIALOGS

Щелкнуть для доступа к источникам

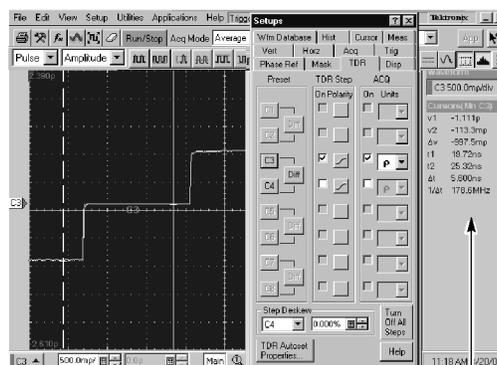
Выбрать источник из всплывающего списка



Кнопка выбора (SELECT)

Ручка регулировки

28. Результаты отображаются в экранной надписи курсора. Курсоры используются для измерения величин Δv и Δt осциллограммы, при помощи которых может быть вычислен ее наклон (dv/dt).



Экранная надпись курсоров

Основные аспекты измерений методом TDR

Метод TDR основан на простой идее: каждый раз, когда передаваемая через некую среду энергия встречает изменение сопротивления, часть этой энергии отражается назад в направлении источника. Количество отраженной энергии есть функция приходящей энергии и величины изменения сопротивления. Промежуток времени между моментом передачи энергии и моментом возвращения ее отраженной доли есть функция расстояния от источника до разрыва непрерывности полного сопротивления и скорости распространения.

Эффект этого явления наглядно демонстрируется эхом, возникающим при падении звуковой волны на стену. В электрических системах наблюдается похожее явление, когда электроэнергия, передаваемая по линии электропередачи, наталкивается на место, где меняется сопротивление. Любое изменение сопротивления линии электропередачи, например изменение ширины дорожки монтажной платы, приводит отражению энергии с амплитудой, определяемой степенью изменения сопротивления.

Измеритель отраженного сигнала (Time Domain Reflectometer, TDR) подает ступенчатый сигнал в кабель, монтажную плату или проверяемую интегральную схему. Принятый TDR отраженный сигнал (или эхо) измеряется с целью обнаружения особенностей вдоль пути следования ступенчатого сигнала.

Возникновение отраженных сигналов обусловлено как ожидаемыми особенностями, такими как изменение ширины и наличие компонентов линии, так и особенностями, которых не должно быть на рассматриваемом участке – перемычками, короткими замыканиями и разрывами. Преимущество измерений методом TDR состоит в том, что они не только сообщают о наличии дефекта, но также дают информацию о размерах дефекта и о расстоянии до него.

TDR способен определить любое изменение волнового сопротивления проверяемого устройства. Любое изменение сопротивления отображается на экране TDR в виде выброса вверх или провала вниз на форме сигнала в зависимости от типа особенности. (См. рис. 13.)

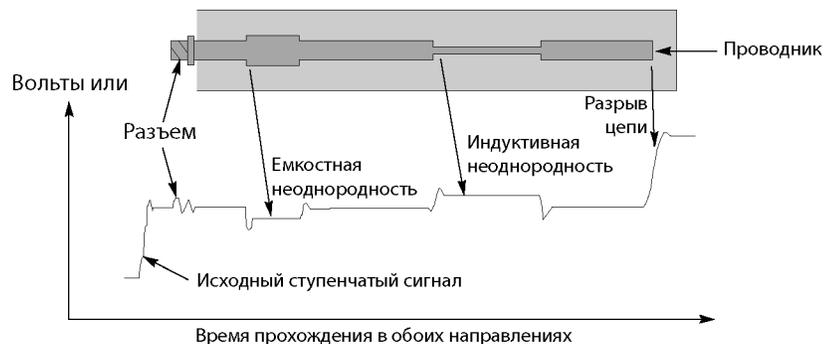


Рис. 13: Неоднородности в микрополосковой линии – пример

Причина возникновения отраженных сигналов

Отраженные сигналы, отображаемые и измеряемые TDR, возникают в результате изменения сопротивления на пути прохождения ступенчатого сигнала (монтажная плата, кабель или интегральная схема). Любое заметное изменение сопротивления вызывает отражение сигнала. Например, если на монтажной плате имеется некачественно выполненное паяное соединение, эту особенность можно обнаружить при помощи TDR. Функция TDR также отображает изменения в сопротивлении проводника. Например, если в месте соединения проводников появилась коррозия, в этой точке возникает высокое сопротивление, которое можно увидеть при помощи TDR. Функция TDR также отображает изменения в емкости.

При наличии на изображении формы сигнала, получаемой методом TDR, выбросов и провалов, интерпретация измерений существенно облегчается. Выброс (отклонение вверх) указывает на наличие в линии места с повышенным сопротивлением, например разрыва или сужения. (См. рис. 14.) (См. рис. 13.)

Провал (отклонение вниз) указывает на наличие в линии места с пониженным сопротивлением, например короткого замыкания или утолщения линии. (См. рис. 15.) (См. рис. 13.) Временное местонахождение повышенного или пониженного сопротивления, а также разница во времени, отображаются на экране.



Рис. 14: Осциллограмма TDR для примера с неоднородностями в микрополосковой линии

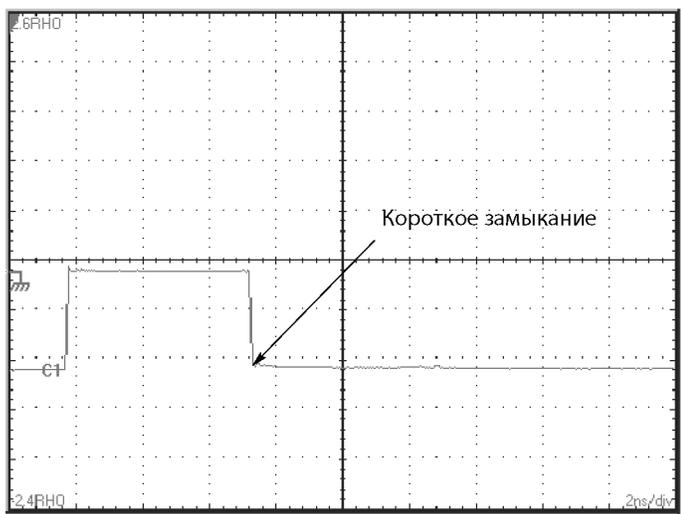


Рис. 15: Ступенчатый сигнал TDR и его отражение (короткое замыкание)

Диапазон измерения методом TDR

Самым часто встречающимся вопросом, который задают люди, собирающиеся приобрести измеритель отраженного сигнала (TDR), является вопрос о диапазоне измерений TDR. Это очень важный вопрос, на который нет простого ответа. Другим важным моментом является то, насколько хорошо TDR способен разрешать особенности, находящиеся близко друг от друга. В настоящем разделе обсуждается величина диапазона измерений методом TDR и влияющие на нее факторы.

Существует ряд факторов, влияющих на расстояние, в пределах которого TDR способен обнаруживать особенности. Наиболее важными параметрами,

влияющими на результаты измерений методом TDR, являются амплитуда, время нарастания и ширина ступенчатого сигнала.

Амплитуда ступенчатого сигнала есть максимальное напряжение, создаваемое ступенькой TDR. Для модуля 80E04 она фиксируется на уровне 250 мВ. Вообще говоря, чем выше амплитуда, тем на большее расстояние «видит» TDR. Обычно этот тип ступенчатого сигнала является оптимальным для TDR малой дальности.

Влияет на диапазон также и общая ширина ступенчатого сигнала. Она соответствует настройке внутреннего генератора тактовых импульсов (25 – 200 кГц). При использовании TDR ширина ступеньки измеряется в единицах времени, но ее можно также интерпретировать и как расстояние. Чем длиннее ширина ступеньки, тем больше диапазон действия TDR. При частоте 200 кГц длительность ступенчатого сигнала составляет 2,5 мкс – достаточно для того, чтобы «увидеть» особенность в воздухе (перенос в одном направлении) на расстоянии 375 м. Чтобы «видеть» особенности на больших расстояниях, задайте для внутреннего генератора тактовых импульсов TDR более низкую частоту.

Определение скорости распространения и расположения несоответствий

Промежуток времени между падающим и отраженным фронтами представляет собой ценную информацию с точки зрения определения длины линии электропередачи от TDR до места несоответствия или между двумя несоответствиями. Формула выглядит следующим образом:

$$D = v_p \times \frac{T}{2} = \frac{v_p T}{2}$$

где:

D = расстояние до неисправности

V_p = скорость распространения

T = время от TDR до несоответствия и назад согласно измерению на приборе

Скорость распространения (v_p) является мерой быстроты перемещения сигнала в этой линии.

ПРИМЕЧАНИЕ. Наличие в знаменателе формулы числа 2 связано с тем, что системы TDR отображают суммарное время прохождения сигнала в обоих направлениях (падающий и отраженный фронты), тогда как обычно требуется знать расстояние, проходимое в одном направлении. Важно отметить, что шкала расстояний не вводит этот коэффициент, поэтому отображаемое расстояние соответствует прохождению сигнала в оба конца. Более подробную информацию об обращении со шкалой расстояний см. в документации пользователя и электронной справке основного прибора.

Единицы измерения, применяемые в методе TDR

Все измерения полного сопротивления методом TDR основаны на отношении передаваемого сигнала напряжения к отраженному. Как следствие, измерения в основном не проводятся в абсолютных единицах, таких как вольты. Измерения методом TDR выполняются в относительных единицах, которые представляют собой значения коэффициента отражения и обозначаются буквой ρ . По определению ρ – это амплитуда отраженного сигнала, деленная на амплитуду падающего. Например, если отраженный сигнал величиной 100 мВ получается из падающего ступенчатого сигнала величиной 1 В, коэффициент отражения будет равен 100 миллиру (mр).

$$\rho = \frac{E_{reflected}}{E_{incident}} = \frac{100 \text{ mV}}{1 \text{ V}} = 100 \text{ m}\rho$$

Если известно сопротивление и измерен коэффициент отражения, то неизвестное сопротивление, вызвавшее отражение, может быть вычислено при помощи следующего уравнения:

$$\rho = \frac{E_{reflected}}{E_{incident}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

где Z_0 – известное сопротивление, ρ – измеренный коэффициент отражения, Z_L – неизвестное сопротивление. Альтернативная форма этого уравнения:

$$Z_L = Z_0 \left(\frac{1 + \rho}{1 - \rho} \right)$$

На следующем рисунке показана типичная осциллограмма основного прибора Tektronix CSA8200, оборудованного TDR/импульсным модулем 80E04. (См. рис. 16.)

В этом случае прибор через коаксиальный кабель сопротивлением 50 Ом соединен с проверяемым устройством сопротивлением 75 Ом. Падающий ступенчатый сигнал равен в амплитуде примерно 2 делениям, а отраженный от проверяемого устройства – около 0,4 деления. Эти значения соответствуют коэффициенту отражения 0,2р (0,4 деления, деленные на 2 деления). В результате подстановки в приведенное выше уравнение известного сопротивления величиной 50 Ом и коэффициента отражения получаем сопротивление величиной 75 Ом:

$$Z_L = Z_0 \left(\frac{1 + \rho}{1 - \rho} \right)$$

$$Z_L = 50 \times \left(\frac{1 + 0.2}{1 - 0.2} \right) = 75 \Omega$$

Заметим, что прибор автоматически выполняет этот расчет и отображает сопротивление (Ω) или коэффициент отражения (ρ) для каждого курсора, а также разницу между этими двумя курсорами.



Рис. 16: Ступенчатый сигнал TDR и его отражение (линия сопротивлением 50 Ом с конечной нагрузкой 75 Ом)

Проведение прецизионных измерений методом TDR

Чтобы выполнить прецизионные измерения методом TDR, необходимо рассмотреть ряд вопросов. В большинстве случаев проводить измерения вблизи опорного сопротивления (обычно 50 Ом) бывает довольно легко. Для достижения более высокой точности или проведения измерений сопротивления на большем удалении от опорного значения, требуется особая тщательность. Ниже обсуждаются несколько ключевых вопросов, касающихся получения прецизионных и хорошо повторяющихся результатов измерений сопротивления.

Разрешение. Разрешение определяет самый короткий разрыв непрерывности полного сопротивления, который способен измерить прибор TDR. Вследствие двойного прохождения сигнала, сначала в прямом, затем в обратном направлении, разрешение = $\frac{1}{2} \times$ (время нарастания отраженного системой сигнала). Если разрыв непрерывности, такой как изменение ширины пути, мал по сравнению с временем нарастания системы, отражение не будет точно характеризовать сопротивление разрыва. В предельных случаях разрыв может эффективно исчезать. Время нарастания системы есть комбинированное время нарастания генератора ступенчатого сигнала (TDR), прибора и соединительного провода между TDR и проверяемой электрической схемой. В большинстве случаев наиболее существенным ограничением при проверке сопротивления является пробник. Особое внимание к геометрии пробника и методам использования пробника может значительно усилить разрешение.

Опорное сопротивление. Все измерения методом TDR являются относительными; они сравнивают неизвестное сопротивление с известным. Точность получаемых результатов непосредственно зависит от точности знания опорного сопротивления. Любая погрешность знания опорного сопротивления переносится на погрешность измеренного сопротивления. В

связи с этим разумно использовать опорное сопротивление со значением, близким к ожидаемому значению измеряемого сопротивления, поскольку уменьшение разницы между опорным и неизвестным сопротивлениями снижает неопределенность измерений.

Потери в кабеле. Для подсоединения к испытательной арматуре всегда используйте как можно более короткий высококачественный кабель. Кабель, соединяющий блок TDR с монтажной платой, не только ухудшает характеристики времени нарастания системы, но может приводить и к другим искажениям отклика системы, вносящим дополнительный вклад в погрешность измерения.

Проведение дифференциальных и синфазных измерений методом TDR

В настоящем разделе описано, как пользоваться модулями 80E08 и 80E10 для проведения дифференциальных и синфазных измерений коэффициента отражения методом совмещения прямого и отраженного испытательных сигналов (TDR)

Для чего это нужно?

Для проведения измерений методом TDR на связанных линиях электропередачи. При помощи синфазных и дифференциальных измерений методом TDR можно получить характеристики связанных линий электропередачи.

Каковы особенности?

Модули Tektronix 80E08 и 80E10 представляют собой настоящие дифференциальные импульсные модули для проведения прецизионных дифференциальных измерений методом TDR.

Каковы исключения?

Данная функция работает только с импульсными модулями 80E08 и 80E10.

Пояснения к использованию

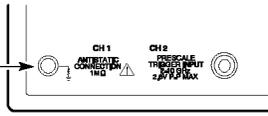
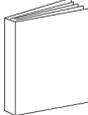
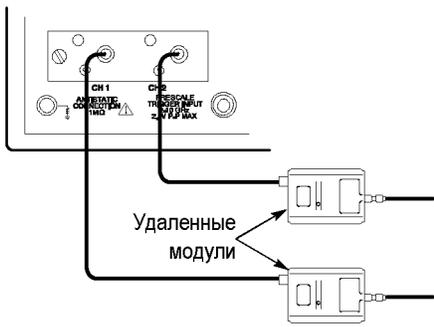
Прочтите посвященные данной теме следующие подразделы; в них содержатся сведения, которые помогут настроить и эффективно выполнить дифференциальные и синфазные измерения методом TDR.

TDR/импульсные модули 80E08 и 80E10 позволяют выполнять измерения дифференциальных и синфазных сигналов методом TDR. Как описано выше, импульсный модуль имеет два входных канала и два независимых генератора ступенчатых сигналов.

Для выхода генератора ступенчатых сигналов каждого канала может выбираться положительная, отрицательная полярность и амплитуда. В настоящем разделе будет показано, как использовать два канала и генераторы ступенчатых сигналов модулей 80E08 и 80E10 для проведения дифференциальных и синфазных измерений методом TDR.

Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR

Данный пример демонстрирует применение функций TDR импульсных модулей 80E08 и 80E10 при проведении синфазных и дифференциальных измерений.

Обзор	Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR	Элементы управления и ресурсы
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Присоедините свой заземляющий браслет к антистатическому разъему на передней панели прибора. 2. Один из импульсных модулей 80E08 и 80E10 должен быть установлен в основной прибор. Система регистрации должна быть настроена на режим Run (пуск). 	<p data-bbox="980 478 1122 562">Подсоедините заземляющий браслет</p>   <p data-bbox="980 722 1438 810">См. документацию пользователя основного прибора или электронную справку по настройке масштаба и регистрации данных.</p>
Вход	<ol style="list-style-type: none"> 3. Подсоедините линии электропередачи к импульсному модулю при помощи соответствующих конкретной задаче методов зондирования/подключения (например, два кабеля SMA, предпочтительно одинаковой длины). Подключите проверяемое устройство к линиям электропередачи (Подсоедините проводники дифференциальной линии к центральным проводникам. Соедините экраны друг с другом.). 	 <p data-bbox="1105 1031 1247 1073">Удаленные модули</p>

Обзор	Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR	Элементы управления и ресурсы
<p>Предварительная установка функции TDR</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Задайте начальные условия прибора (нажмите кнопку DEFAULT SETUP (настройка по умолчанию)). 5. Нажмите кнопку SETUP DIALOGS (диалоги настройки) и выберите вкладку TDR. 6. Нажмите в области Preset (предварительная установка) на вкладке TDR кнопки для обоих каналов (для импульсного модуля, подсоединенного к кабелям), чтобы включить их. Нажатие кнопки Preset (предварительная установка) приводит к выполнению следующих операций. <ul style="list-style-type: none"> ■ Включается канал. ■ Включается ступенька. ■ В качестве источника синхронизации назначается Internal Clock (внутренний тактовый импульс). ■ Регистрация устанавливается на Averaging (усреднение). ■ Стиль дисплея меняется на Show Vectors (показывать вектора). <p>Импульсный модуль должен включить красные индикаторы TDR, указывающие на то, что для данных каналов активирована функция TDR.</p> 7. Для обоих каналов выберите требуемую полярность. 8. Задайте для шкалы измерений единицы p. 9. Нажмите кнопку SETUP DIALOGS (диалоги настройки), чтобы закрыть диалоговое окно. 	 <p>Вкладка TDR</p> <p>Включение TDR</p> <p>Предварительная установка TDR</p> <p>Установка единиц измерения</p>

Обзор	Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR	Элементы управления и ресурсы
Установка других параметров функции TDR	<p>10. Произведите регулировку Manual Step Deskew (ручная компенсация временного запаздывания ступенчатого сигнала), чтобы задать время, при котором генератор ступенчатого сигнала в правом канале зафиксировал ступеньку TDR относительно левого канала. Обратите внимание на то, что второй фронт сдвинут в горизонтальном направлении относительно первого. Отрегулируйте положение ступеньки правого генератора ступенчатого сигнала так, чтобы разделить несоответствие между каналами поровну между исходной ступенькой и ее отражениями.</p> <p>11. После разделения поровну несоответствия между каналами при помощи функции Manual Step Deskew (ручная компенсация временного запаздывания ступенчатого сигнала), воспользуйтесь функцией Channel Deskew (канальная компенсация временного запаздывания) для совмещения передних фронтов отраженных сигналов. (См. стр. 41, <i>Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR.</i>)</p> <p>12. Нажмите кнопку SETUP DIALOGS (диалоги настройки).</p> <p>13. Настройте параметры VERTICAL SCALE (шкала по вертикали) (в данном примере – 2,5 ρ) и HORIZONTAL SCALE (шкала по горизонтали) (в данном примере – 2 нс), чтобы получить кривую, похожую на изображенную. Оставьте, по крайней мере, одно деление основной кривой слева от первого фронта.</p> <p>Первым фронтом этой кривой является посланный импульсным модулем ступенчатый сигнал TDR; вторым фронтом – отраженный ступенчатый сигнал, возвращающийся от конца кабеля.</p>	 <p>Исходные ступенчатые сигналы TDR</p> <p>Передний фронт отраженных сигналов</p> <p>2,35</p> <p>2,5ρ</p> <p>2нс</p>

Обзор **Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR**

Синфазный режим метода TDR

- 14. Обратите внимание на то, что в синфазном режиме TDR оба канала предполагают генерирование положительного ступенчатого сигнала TDR.
- 15. Когда ступенчатые сигналы TDR в обоих каналах имеют одинаковую полярность (как положительную, так и отрицательную), пользователь может установить математическую форму осциллограммы, представляющей собой средний синфазный сигнал, нажатием кнопки **VERTICAL MENU** (меню по вертикали) с последующим выбором вкладки **Vert** (по вертикали), затем выбором **Waveform M1** (осциллограмма M1), установкой флажка **On** (вкл.), и затем – **Define** (определить), **C1, +, C2, Math Waveform On** (включить математическую форму сигнала) и **OK**.

Проведение измерения

- 16. Выполните свои измерения. Более детальную информацию см. в разделах *Проведение автоматических измерений* или *Проведение курсорных измерений*. (См. стр. 21, *Чтобы провести измерения методом TDR.*)

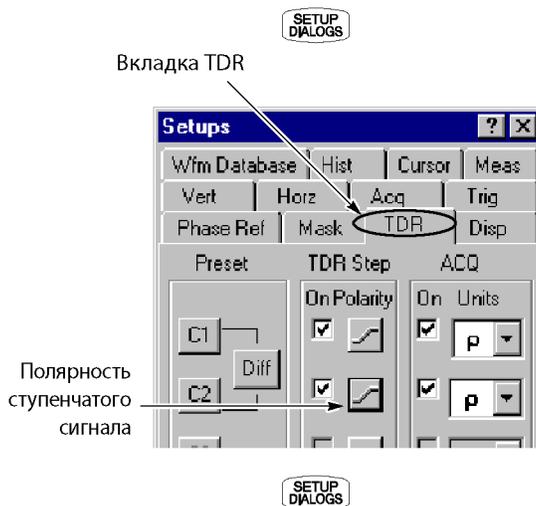
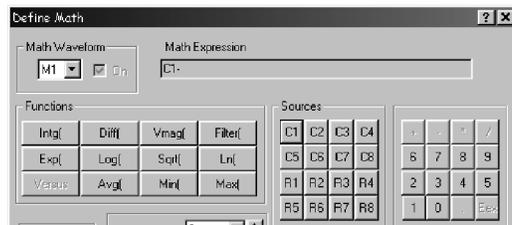
Включение режима дифференциальных измерений TDR

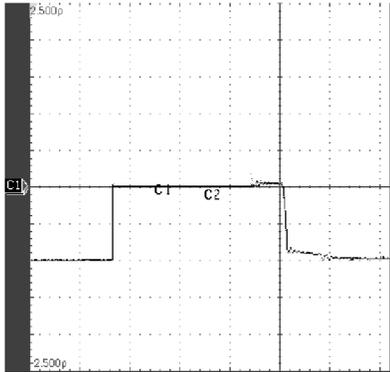
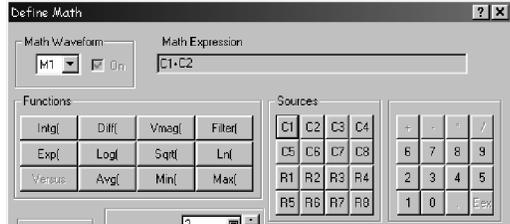
- 17. Нажмите кнопку **SETUP DIALOGS** (диалоги настройки) и выберите вкладку **TDR**.
- 18. Щелкните в соответствующем поле области **TDR STEP Polarity** (полярность ступенчатого сигнала) одного из каналов, чтобы инвертировать полярность одного из генераторов ступенчатого сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Ступенька TDR отображается инвертированной только в том случае, если в качестве единиц измерения выбраны вольты.*

- 19. Нажмите кнопку **SETUP DIALOGS** (диалоги настройки).

Элементы управления и ресурсы



Обзор	Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR	Элементы управления и ресурсы
Проведение дифференциальных измерений методом TDR	<p>20. Для одного канала задается положительная ступенька TDR, а для другого – отрицательная. Эти условия задают проведение методом TDR дифференциального типа измерений.</p>	
Проведение измерения	<p>21. Когда ступенчатые сигналы TDR в двух каналах имеют противоположную полярность (один положительный, а другой отрицательный), пользователь может установить математическую форму осциллограммы, представляющей собой дифференциальный сигнал, нажатием кнопки VERTICAL MENU (меню по вертикали) с последующим выбором вкладки Vert (по вертикали), затем выбором Waveform M1 (осциллограмма M1), установкой флажка On (вкл.), и затем – Define (определить), C1, +, C2, Math Waveform On (включить математическую форму сигнала) и OK. В качестве единиц измерения задайте p (при использовании вольт вычитите одну осциллограмму из другой).</p>	
Проведение измерения	<p>22. Выполните свои измерения. Более детальную информацию см. в разделах <i>Проведение автоматических измерений</i> или <i>Проведение курсорных измерений</i>. (См. стр. 21, <i>Чтобы провести измерения методом TDR.</i>)</p>	

Обзор **Проведение синфазного или дифференциального измерения методом TDR**

Измерение временной характеристики прохождения сигнала (TDT)

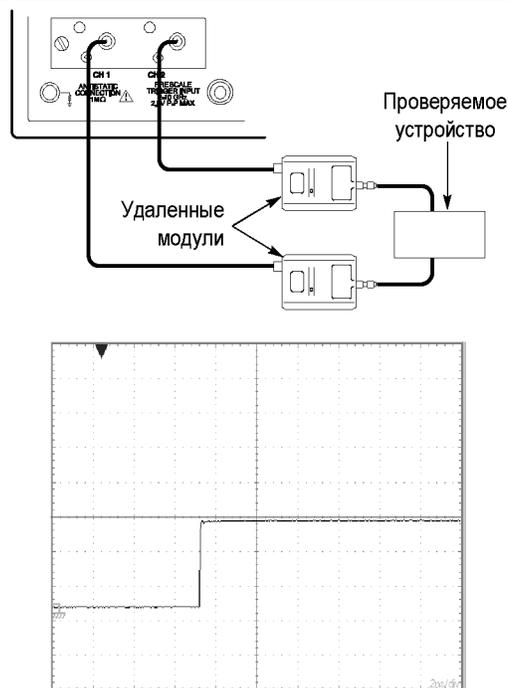
- 23. При помощи модулей 80E08 и 80E10 можно выполнять измерения временных характеристик прохождения сигналов (Time Domain Transmission, TDT) в прямом и обратном направлениях. Чтобы провести измерения методом TDR, подключите один канал импульсного модуля ко входу проверяемого устройства, а другой канал – к выходу проверяемого устройства.
- 24. Затем, чтобы выполнить измерения TDT в прямом и обратном направлениях, попеременно включайте генераторы ступенчатых сигналов в одном канале, при этом производя отсчеты передаваемого сигнала в другом канале. Таким образом, производится измерение прошедшего через проверяемое устройство ступенчатого сигнала, а не отраженного от него (как в случае метода TDR).

ПРИМЕЧАНИЕ. Если второй канал не подключен к тому же устройству, что и первый, в противовес ступенчатому сигналу, прошедшему через устройство, появляется изображение перекрестной наводки.

Проведение измерения

- 25. Выполните свои измерения. Более детальную информацию см. в разделах *Проведение автоматических измерений* или *Проведение курсорных измерений*. (См. стр. 21, *Чтобы провести измерения методом TDR.*)

Элементы управления и ресурсы

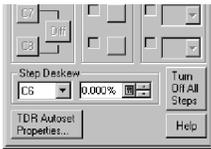
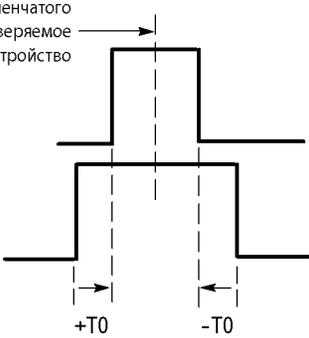
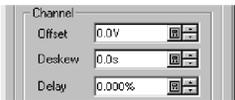
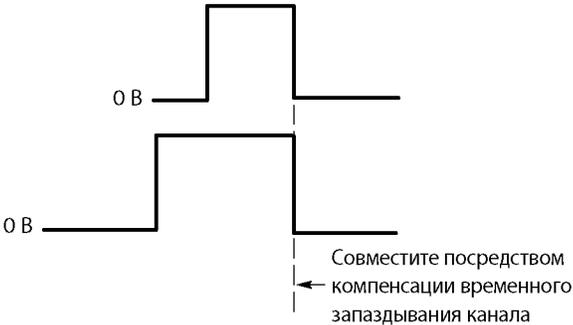


Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR

При проведении дифференциальных или синфазных измерений методом TDR два ступенчатых сигнала могут прийти к плоскости отсчета одновременно

(обычно это точка подключения к проверяемому устройству). Чтобы настроить компенсацию временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR, выполните следующие действия:

Обзор	Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR	Элементы управления и ресурсы
Подготовка	<ol style="list-style-type: none"> Отсоедините кабели передачи сигнала от проверяемого устройства в месте их подключения или накоротко подсоедините обе линии к контуру заземления проверяемого устройства. Для данной процедуры показаны короткозамкнутые линии. 	
	<ol style="list-style-type: none"> Установите компенсацию и временного запаздывания и задержку канала в нулевое положение. 	

Обзор	Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR	Элементы управления и ресурсы
<p>Настройка компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR</p>	<p>3. Затем в окне настройки TDR выполните ручную компенсацию временного запаздывания ступенчатого сигнала (Manual Step Deskew) таким образом, чтобы задержка распространения (T_0) между падающими фронтами была равна задержке распространения между отраженными фронтами, как показано на рисунке.</p> <p>Оба канала имеют возможность настройки компенсации временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR. Сначала выберите один канал и настройте компенсацию фазового сдвига ступеньки. Далее, если необходимо, выберите второй канал и настройте для него компенсацию фазового сдвига ступеньки, чтобы получить корректную задержку распространения сигнала.</p> <p>При использовании математической функции больше не производите настройку ступенчатого сигнала, а отрегулируйте компенсацию временного запаздывания канала, см. следующий пункт.</p>	<p>Элементы управления и ресурсы</p>  <p>Прибытие ступенчатого сигнала в проверяемое устройство</p> 
<p>Регулировка компенсации временного запаздывания канала</p>	<p>При некоторых видах измерений и процедурах математического суммирования или сравнения у пользователя может возникнуть потребность произвести визуальное выравнивание фронтов отраженных сигналов обоих ступенчатых сигналов TDR даже в случае задержки времени подачи ступенчатого сигнала для одного канала на предыдущем шаге.</p> <p>4. Чтобы это сделать, сначала произведите описанную выше компенсацию ступенек TDR. Затем в окне Vertical Setup (настройки по вертикали) выполните компенсацию временного запаздывания каналов.</p> <p>Модули 80E08 и 80E10 имеют возможности канальной временной задержки. При выполнении корректировки каналов установите Channel Deskew (компенсация временного запаздывания канала) в нулевое положение, затем используйте регулировку Channel Delay (задержка канала), чтобы совместить отраженные фронты. Если необходимо, используйте регулировку Channel Deskew (компенсация фазового сдвига канала).</p>	  <p>Совместите посредством компенсации временного запаздывания канала</p>

ПРИМЕЧАНИЕ. Информацию о компенсации фазового сдвига и об альтернативном методе компенсации TDR см. в кратком руководстве по эксплуатации для основного прибора.

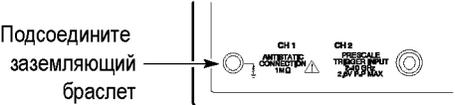
Требования по уходу за разъемом и адаптером

В настоящем разделе описано, как следует содержать и использовать разъемы и адаптеры электрических модулей, включая защиту от электростатического разряда (ESD), чистку разъемов, выполнение сборки и затяжки разъемов.

Электростатический разряд

Защита от электростатического разряда является обязательным условием при подключении, проверке или чистке разъемов, связанных с чувствительным к статическому электричеству контуром. Электростатические разряды, слишком слабые для того, чтобы их можно было почувствовать, способны вызывать необратимые повреждения, тогда как проверяемые устройства могут нести на себе электростатический заряд. Во избежание повреждения устройств и отдельных компонентов используйте приведенные ниже процедуры.

Обзор	Для защиты от электростатического разряда	Элементы управления и ресурсы
Предотвращение электростатического разряда	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перед своим тестовым оборудованием всегда держите заземленный антистатический половичок. 2. Работая в помещении с проводящим полом, даже если вы не знаете наверняка, является ли он проводящим, всегда надевайте пяточную перемычку. 3. При работе с компонентами и устройствами, при выполнении подключений к испытательной установке всегда надевайте заземляющий браслет для рук с последовательно включенным сопротивлением 1 МОм. 	

Обзор	Для защиты от электростатического разряда	Элементы управления и ресурсы
Процедуры по предотвращению электростатического разряда	<ol style="list-style-type: none"> 1. Присоедините свой заземляющий браслет к антистатическому разъему на передней панели прибора. См. рисунок справа. 2. Во избежание электростатического разряда при чистке заземляйте наконечник шланга. 3. Правильно устанавливайте давление. (См. стр. 44, <i>Чистка разъемов.</i>) 	<p>Подсоедините заземляющий браслет</p> 

Визуальная проверка

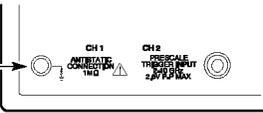
Визуальная проверка и, если необходимо, чистка должны выполняться при каждом подключении. Подключение неисправного или загрязненного разъема может привести к такому повреждению разъема, когда его ремонт будет уже невозможен. В некоторых случаях, чтобы увидеть, что разъем поврежден, необходимо использовать увеличение. Однако видимые только при увеличении дефекты – не единственное, на что следует обращать

внимание. При проверке состояния разъемов руководствуйтесь следующими инструкциями:

- Сначала проверяйте разъемы на наличие видимых повреждений и дефектов, таких как износ гальванического покрытия на поверхности сопряжения, сломанные, погнутые или смещенные центральные проводники, деформированная резьба.
- Снижайте износ разъемов, стараясь содержать их в чистоте и подключая надлежащим образом.
- Заменяйте калибровочные устройства с изношенными разъемами; когда это приемлемо, пользуйтесь адаптером на входном разъеме для минимизации степени износа.
- Проверяйте поверхности сопряжения разъемов на наличие зазубрин, царапин, загрязнений и твердых частиц. Проверяйте на наличие повреждений, связанных с неправильным совмещением, чрезмерной несоосностью или износом.
- При использовании разъемов с прорезями внимательно осматривайте контактные штыри в центральной жиле гнезда. Повреждение, которое не всегда бывает легко разглядеть, может стать причиной плохого электрического контакта. Это особенно важно при сопряжении прецизионного устройства с непрецизионным.

Чистка разъемов

Чистые разъемы – это обязательное условие для обеспечения целостности ВЧ и коаксиальных соединений. В настоящем разделе описаны предосторожности, которые необходимо соблюдать при чистке, чистка резьбы разъемов, чистка ровных поверхностей сопряжения разъемов и процедура осмотра разъемов.

Обзор	Инструкции по надлежащему выполнению процедур чистки	Элементы управления и ресурсы
Предосторожности, которые необходимо соблюдать при чистке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Во избежание электростатического разряда заземляйте наконечник шланга. (См. стр. 43, <i>Электростатический разряд</i>.) 2. Источник воздуха или азота непосредственно перед выпускным шлангом должен иметь эффективный фильтр масляных паров и конденсатную ловушку для жидкостей. 3. При использовании сжатого воздуха или азота всегда надевайте защитные очки. 4. Устанавливайте уровень давления не выше 414 кПа, чтобы обеспечить управление скоростью потока воздуха. Если сжатый воздух направить прямо на разъем, он может спровоцировать электростатический разряд. 5. Изопропиловый спирт держите вдали от источников тепла, искр и пламени. Храните его надлежащим образом, а в случае возгорания используйте для тушения спиртовую пену, огнетушащий порошок или углекислый газ, поскольку вода в данном случае может оказаться неэффективной. 6. Изопропиловый спирт используйте в условиях достаточной вентиляции помещения и избегайте его попадания в глаза, на кожу и одежду. По окончании работы с ним тщательно вымойте руки. 7. В случае проливания промокните соответствующее место песком или землей, а затем промойте его. 8. Ликвидируйте изопропиловый спирт в соответствии с действующими федеральными, региональными или местными постановлениями. 	<p>Подсоедините заземляющий браслет</p> 

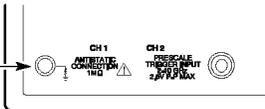
Обзор	Инструкции по надлежащему выполнению процедур чистки	Элементы управления и ресурсы
Чистка резьбы разъемов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Используйте сжатый воздух или азот для того, чтобы ослабить сцепление частиц на ровных поверхностях сопряжения разъема. См. рекомендованные выше <i>Предосторожности</i>. 2. Чтобы удалить грязь или неподатливые загрязнители на разъеме, которые не могут быть удалены при помощи сжатого воздуха или азота, нанесите небольшое количество изопропилового спирта на безворсовый чистящий материал. Рекомендуется использовать стандартный губчатый материал. 3. Выполните чистку резьбы разъема. 4. После того как спирт испарится, просушите резьбу при помощи сжатого воздуха или азота низкого давления. Убедитесь, что резьба полностью просохла, прежде чем собирать разъем. 	

Обзор	Инструкции по надлежащему выполнению процедур чистки	Элементы управления и ресурсы
Чистка сопрягаемых ровных поверхностей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нанеся небольшое количество изопропилового спирта на безворсовый чистящий материал, почистите сопрягаемые поверхности центрального и наружного проводников. 2. После того как спирт испарится, просушите сопрягаемые поверхности при помощи сжатого воздуха или азота низкого давления. Прежде чем собирать разъем, убедитесь, что он полностью просох. 	

Обзор	Инструкции по надлежащему выполнению процедур чистки	Элементы управления и ресурсы
Осмотр разъема	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осмотрите разъем, чтобы убедиться, что в нем не осталось загрязнений. 2. См. <i>Визуальная проверка</i>. (См. стр. 43.) 	

Сборка и затяжка соединений

Для обеспечения хороших соединений требуется квалифицированный оператор. Наиболее частой причиной возникновения погрешностей при измерениях являются плохие соединения. Предлагаемые в настоящем разделе процедуры позволяют обеспечить надежные соединения.

Обзор	Как правильно выполнить сборку и затяжку разъемов	Элементы управления и ресурсы
Подготовка и меры предосторожности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заземлите себя и все устройства. Наденьте на руку заземленный браслет и выполняйте все работы на заземленном проводящем плоском половике. (См. стр. 43, <i>Электростатический разряд</i>.) См. рисунок справа. 2. Осмотрите разъемы. (См. стр. 43, <i>Визуальная проверка</i>.) 3. Если необходимо, почистите разъемы. (См. стр. 44, <i>Чистка разъемов</i>.) 4. Воспользуйтесь калибром разъема, чтобы убедиться, что все центральные проводники находятся в пределах наблюдаемых значений глубин контактов. 5. В случае многоштырьковых соединений всегда устанавливайте нераздвижной гаечный ключ на внутреннюю (стационарную) часть соединения, а крутящий момент прикладывайте к наружной подвижной части. 6. Всегда затягивайте одноштырьковое соединение, и никогда – многоштырьковые. 	<p data-bbox="980 323 1117 411">Подсоедините заземляющий браслет</p> 

Обзор	Как правильно выполнить сборку и затяжку разъемов	Элементы управления и ресурсы
Затягивание внешнего разъема на встроеном разъеме	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аккуратно совместите разъемы друг с другом. Штырь штекерного разъема должен плавно и соосно войти в контактный штырь гнездового разъема. 2. Вставьте разъемы друг в друга до упора и плотно затяните соединительную гайку. Не поворачивайте корпус устройства. Обычно по мере совмещения центральных проводников возникает некоторое сопротивление. Для предварительного соединения достаточно равномерного, легкого контакта – не следует перетягивать. 3. Проследите за тем, чтобы разъемы были надлежащим образом закреплены. При необходимости устраните боковое давление, оказываемое на соединение длинными или тяжелыми устройствами или кабелями. 	

Обзор	Как правильно выполнить сборку и затяжку разъемов	Элементы управления и ресурсы
Затягивание многоштырьковых внешних разъемов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если разъем полностью разобран, собирайте соединения, начиная с наружных подвижных частей и заканчивая внутренними (стационарными). Порядок разборки должен следовать от внутренних частей к наружным. 2. Если сборка начинается из частично разобранного состояния, например, с защитного блока сопряжения, оставьте части данного узла без изменения. 3. Обеспечьте максимальную защиту и минимальное возмущение соединения, на которое планируется установить защитный блок сопряжения. 	

Обзор	Как правильно выполнить сборку и затяжку разъемов	Элементы управления и ресурсы
Соединение двух стационарных разъемов при помощи полужесткого коаксиального кабеля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расположите кабель и выберите такой порядок соединений, чтобы минимизировать боковую и торцевую нагрузки на последнее соединение. 2. Если имеется возможность, используйте защитный разъем для предотвращения или снижения степени повреждения разъема. 	

Обзор	Как правильно выполнить сборку и затяжку разъемов	Элементы управления и ресурсы
Окончательное соединение	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для выполнения окончательного соединения воспользуйтесь динамометрическим ключом. (См. таблицу 4.) 2. Поворачивайте только гайку разъема, который требуется затянуть. Если необходимо удерживать корпус устройства от поворота, воспользуйтесь гаечным ключом с открытым зевом. 3. Прежде чем прикладывать усилие, расположите оба гаечных ключа под углом 90 градусов друг относительно друга. См. рисунок справа. 4. Удерживайте динамометрический ключ без усилий за конец рукоятки. 5. Приложите усилие в нижнем направлении перпендикулярно рукоятке гаечного ключа, тем самым создавая момент, действующий на соединение. 6. Затягивайте соединение, пока гаечный ключ не пойдет на излом. Не затягивайте соединение с избыточным усилием. 	<p>Динамометрический гаечный ключ</p> <p>Нажимайте, пока поддается рукоятка</p> <p>Разъем</p> <p>90°</p> <p>Удерживайте гаечный ключ в неподвижном положении</p>

Таблица 4: Информация о динамометрическом ключе

Тип разъема	Настройка момента	Допуск момента
SMA	56 Н-см	±5,6 Н-см
1,85 мм 2,4 мм 2,92 мм 3,5 мм	90 Н-см	±9,0 Н-см

Обнаружение перегоревших входов

Проверка на наличие повреждений

Вследствие своих технологических особенностей широкополосные импульсные модули легко уязвимы возникающими на входе электростатическими разрядами и электрическими перенапряжениями.

Повреждение может произойти мгновенно. В большинстве случаев при повреждении в результате электрического перенапряжения кривая становится плоской. Как правило, она включает в себя кратковременный разряд большого тока. Повреждения могут выразиться в перегоревших диодах, о чем можно судить по большому сдвигу или по отсутствию отклика на входной сигнал.

Чтобы проверить наличие повреждения, выполните следующие процедуры:

- При проверке импульсного модуля с функцией TDR, присоедините оконечную нагрузку с сопротивлением 50 Ом ко входу канала и выполните измерения методом TDR для присоединенного устройства. Установите значение HORIZONTAL SCALE (шкала по горизонтали), равное 500 нс/дел. Это позволит отобразить полный ступенчатый сигнал TDR от фронта и до фронта. Отобразите верхнюю часть ступенчатого сигнала в масштабе 40 мр/дел. и проверьте степень его плоскостности. Если верхняя часть сигнала выгнулась, просела, искривилась или наклонилась, можно предположить, что модуль получил повреждение в результате электростатического разряда и необходим его ремонт. (См. рис. 17.)
- При проверке не располагающего функцией TDR импульсного модуля выполните процедуру, похожую на предыдущую, но используйте внешний источник ступенчатого сигнала.

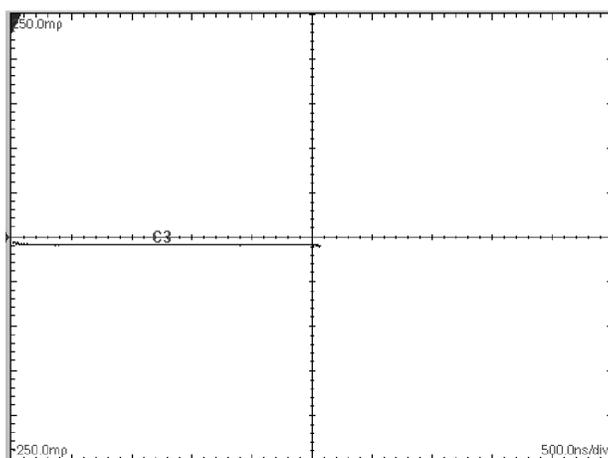


Рис. 17: Ступенчатый сигнал TDR неповрежденного импульсного модуля

Предотвращение электрического перенапряжения (EOS)

Электрическое перенапряжение возникает тогда, когда на вход электронного устройства подается напряжение, превышающее максимально допустимый уровень. Аналогично электростатическому разряду (ESD) электрическое перенапряжение обычно возникает из-за электростатических зарядов, генерируемых движущимися элементами. Однако в отличие от электростатического разряда, который обычно характеризуется тысячами вольт, электрическое перенапряжение может возникать при низких уровнях напряжений. Для модулей Tektronix серии 80E00 повреждение под действием электрического перенапряжения может происходить уже на уровне 10 В. Электрическое перенапряжение может иметь кумулятивный эффект: повторяющиеся электрические перенапряжения приводят к увеличению повреждения со временем и к нарушению работы функции дискретизации.

Предотвращение

Стандартные предосторожности, предпринимаемые для предотвращения электростатического разряда, не очень эффективны для предотвращения повреждений вследствие электрического перенапряжения. Это особенно справедливо в случае, если проверяемое устройство изолировано от всех уровней опорного напряжения, включая уровень заземления. Во избежание повреждения модулей серии 80E00 от воздействия электрического перенапряжения, строго следуйте требованиям по предотвращению электрического перенапряжения:

- Придерживайтесь всех процедур, направленных на предотвращение электрического перенапряжения.
- Прежде чем прикасаться наконечником пробника к проверяемому устройству, при помощи заземляющего проводящего элемента обеспечьте сток остаточного заряда в точке тестирования.
- При обследовании проверяемого устройства проследите, чтобы вблизи не было движущегося персонала или других объектов. Движущийся персонал или прочие движущиеся объекты могут наводить паразитные заряды на головке пробника. Такие заряды легко достигают уровней порядка нескольких сотен вольт.
- Для некритических приложений правильное использование блока изоляции от статического электричества, такого как модуль защиты Tektronix 80A02 EOS/ESD, позволяет благополучно снимать остаточные заряды и защищать модули от повреждений вследствие электрического перенапряжения.

Проверка на наличие повреждений

Если верхняя часть осциллограммы выгнулась, просела, искривилась или наклонилась, можно предположить, что модуль получил повреждение в результате электростатического разряда, и необходим его ремонт. На следующем рисунке показаны типичные признаки осциллограммы,

указывающие на повреждение из-за электрического перенапряжения. (См. рис. 18 на странице 52.)

Поскольку электрическое перенапряжение может иметь кумулятивный характер, его последствия могут накапливаться до тех пор, пока не приведут к более серьезному повреждению. (См. рис. 19 на странице 53.) В этом примере доля выброса возрастает.

Чтобы проверить наличие повреждения, выполните следующие процедуры:

При проверке импульсных модулей 80E08 и 80E10 с функцией TDR присоедините оконечную нагрузку с сопротивлением 50 Ом ко входу канала и выполните измерения методом TDR для присоединенного устройства.

1. Выберите канал TDR, который нужно включить.
2. Выполните предварительную установку функции TDR.
3. Установите значение HORIZONTAL SCALE (шкала по горизонтали), равное 2 мкс/дел. Настройка по вертикали должна составлять 200 мр, как показано на рисунке. Это позволит отобразить полный ступенчатый сигнал TDR от фронта и до фронта. Отобразите верхнюю часть ступенчатого сигнала в масштабе 40 мр/дел. и проверьте степень его плоскостности. Верхняя часть осциллограммы должна быть плоской.

При проверке не располагающего функцией TDR импульсного модуля выполните процедуру, похожую на предыдущую, но используйте внешний источник ступенчатого сигнала.

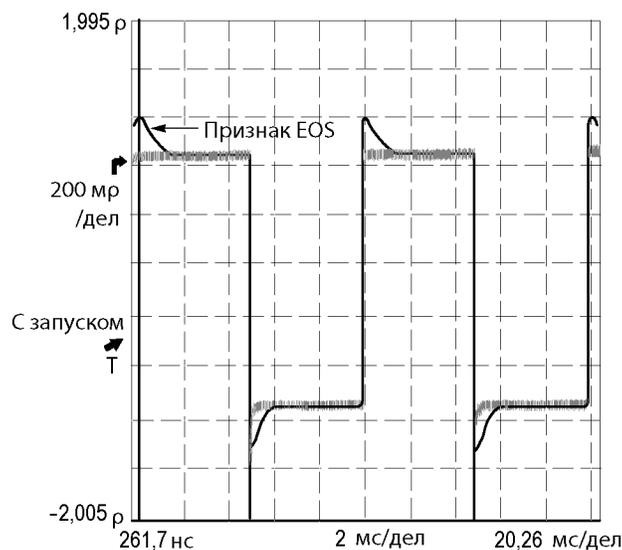


Рис. 18: Первый пример – погрешность, возникающая в результате электрического перенапряжения

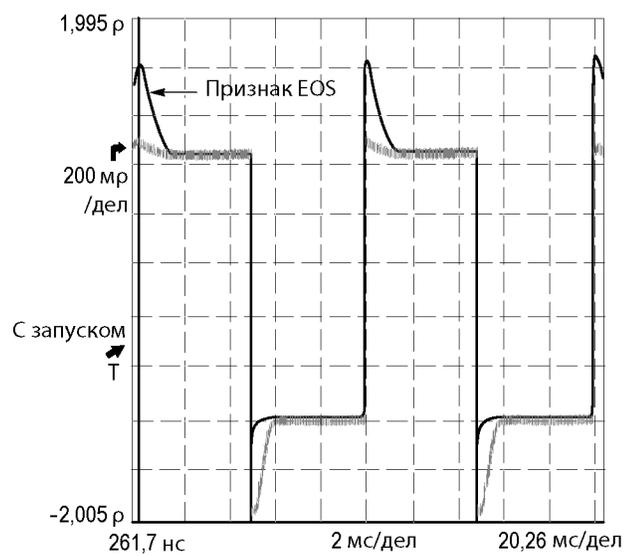


Рис. 19: Второй пример – накопление погрешности в результате многократных электрических перенапряжений

Технические характеристики

Электрические импульсные модули

В этом разделе представлены технические характеристики удаленных импульсных модулей 80E07, 80E08, 80E09 и 80E10. Все характеристики гарантируются, если они не помечены как «типичные». Типичные характеристики приводятся для удобства, но их значения могут отличаться от указанных. Характеристики, помеченные символом \checkmark , можно проверить с помощью *Процедур проверки эксплуатационных параметров*, которые можно найти в технических характеристиках и руководстве по проверке эксплуатационных параметров для основного прибора.

Все характеристики относятся ко всем моделям импульсных модулей, если не оговорено иного. Чтобы получить заявленные технические характеристики, необходимо выполнение трех условий:

- Прибор должен быть откалиброван и настроен при температуре окружающей среды от 20 до 30 °С.
- Прибор должен проработать непрерывно в течение 20 минут в указанном рабочем диапазоне температур.
- Прибор должен эксплуатироваться в условиях, когда температура окружающего воздуха, высота над уровнем моря, относительная влажность и уровень вибраций находятся в пределах, описанных в данных технических характеристиках.
- Необходимо выполнить компенсацию. Повторная компенсация требуется в том случае, если модуль был переставлен в другой отсек.

Таблица 5: Электрические импульсные модули – Регистрация сигнала

Технические характеристики	Характеристики	
Интерфейс вспомогательного оборудования в реальном масштабе времени	Текprobe – интерфейс SMA обеспечивается через интерфейс электрического импульсного модуля, один на вертикальный канал.	
Расширенное согласование	Использование удлинителей модулей (015-1568-xx, 015-1569-xx, 80N01 и 80A03) недопустимо. Их установка на передней панели основного модуля заблокирована механическими средствами.	
Количество входных каналов	2	
Входные разъемы	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Входные разъемы</i>
	80E07 и 80E08	SMA-совместимый разъем – 2,92 мм (K) гнездо
	80E09 и 80E10	1,85 мм (V) гнездо
\checkmark Входное сопротивление	50 Ом \pm 1 Ом	
Вертикальный динамический диапазон, без клиппирования	1 В _{размах} (смещение \pm 500 мВ)	

Таблица 5: Электрические импульсные модули – Регистрация сигнала (прод.)

Технические характеристики	Характеристики	
Вертикальный рабочий диапазон ¹ , максимум	±1,1 В	
Вертикальный неразрушающий диапазон ² (максимальное входное напряжение)	±2,0 В (постоянный ток + пиковое значение переменного тока)	
Число оцифрованных бит по вертикали	14 бит на всю шкалу	
Диапазон чувствительности по вертикали ³	Диапазон доступных полномасштабных входных настроек.	
	<i>Максимальная</i>	1 мВ на деление (полный экран – 10 мВ)
	<i>Минимум</i>	100 мВ на деление (полный экран – 1 В)
Диапазон отклонения по вертикали ¹	±1,1 В	
Диапазон температуры компенсации	±5 °С около температуры, при которой выполнялась компенсация. Если на основном приборе меняется отсек, используется удлинитель импульсного модуля или изменяется длина удлинителя импульсного модуля, канал необходимо перекомпенсировать. Повторная компенсация каналов требуется в том случае, если модуль был переставлен в другой отсек основного блока.	
✓ Погрешность напряжения постоянного тока, точечная, с компенсацией	Импульсный модуль и основной блок вместе (как система) должны иметь после компенсации погрешность по напряжению постоянного тока не хуже указанной ниже. При работе в диапазоне 10–40 °С гарантированный допуск температуры ±2 °С (типовое значение ±5 °С), относительно компенсации температуры, является допустимым. Повторная компенсация требуется в том случае, если импульсный модуль был переставлен в другой отсек основного блока. ± 2 мВ <смещение системы> ±0,007* (назначенное смещение) <усиление смещения системы> ±0,02 * (вертикальное значение – назначенное смещение) <чувствительность/смещение системы> Отклонение системы от линейной подгонки по методу наименьших квадратов при установке максимальной полосы пропускания: ±10 мВ	
✓ Полоса пропускания аналогового сигнала, установка максимальной частоты	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Полоса пропускания</i>
	80E07	От 0 до 30 ГГц, не хуже ±3 дБ
	80E08	От 0 до 30 ГГц, не хуже ±3 дБ
	80E09	От 0 до 60 ГГц, не хуже ±3 дБ
	80E10	От 0 до 50 ГГц, не хуже ±3 дБ
Аналоговая полоса пропускания, сниженное число частотных точек, типовое значение	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Полоса пропускания</i>
	80E07, 80E08	20 ГГц
	80E09, 80E10	40 ГГц, 30 ГГц

Таблица 5: Электрические импульсные модули – Регистрация сигнала (прод.)

Технические характеристики	Характеристики		
✓ Время нарастания, типовое значение	Рассчитывается исходя из произведения 0,35 типичной полосы пропускания на время нарастания		
	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Время нарастания</i>	
	80E07, 80E08	30 ГГц: 11,67 пс 20 ГГц: 17,5 пс	
	80E09	60/50 ГГц: 5,83 пс 40 ГГц: 8,75 пс 30 ГГц: 11,67 пс	
	80E10	60/50 ГГц: 7 пс 40 ГГц: 8,75 пс 30 ГГц: 11,67 пс	
Искажения отклика на ступенчатый сигнал, типовые значения	± 1 % или менее в диапазоне от 10 нс до 20 пс перед ступенчатым переходным процессом $+6$ %, -10 % или менее в течение первых 400 пс после ступенчатого переходного процесса $+0$ %, -4 % или менее в диапазоне от 400 пс до 3 нс после ступенчатого переходного процесса $+1$ %, -2 % или менее в области от 3 нс до 100 нс после ступенчатого переходного процесса ± 1 % по истечении 100 нс, следующих за ступенчатым переходным процессом		
✓ Случайный шум, с отображением	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Шум</i>	
	80E07, 80E08	30 ГГц: < 410 мкВ _{среднеквадр.} 20 ГГц: < 380 мкВ _{среднеквадр.}	
	80E09	60/50 ГГц: < 600 мкВ _{среднеквадр.} 40 ГГц: < 480 мкВ _{среднеквадр.} 30 ГГц: < 410 мкВ _{среднеквадр.}	
	80E10	60/50 ГГц: < 700 мкВ _{среднеквадр.} 40 ГГц: < 480 мкВ _{среднеквадр.} 30 ГГц: < 410 мкВ _{среднеквадр.}	
	Случайный шум, с отображением, типовое значение	80E07, 80E08	30 ГГц: < 300 мкВ _{среднеквадр.} 20 ГГц: < 280 мкВ _{среднеквадр.}
80E09		60/50 ГГц: < 450 мкВ _{среднеквадр.} 40 ГГц: < 330 мкВ _{среднеквадр.} 30 ГГц: < 300 мкВ _{среднеквадр.}	
80E10		60/50 ГГц: < 600 мкВ _{среднеквадр.} 40 ГГц: < 370 мкВ _{среднеквадр.} 30 ГГц: < 300 мкВ _{среднеквадр.}	
Диапазон регулировки задержки регистрации, типовое значение		± 250 пс, по каждому каналу	
Разрешение регулировки задержки регистрации		135 фс	

¹ Диапазон смещения и/или чувствительность могут быть ограничены, если превышен максимальный рабочий диапазон.

- 2 Вертикальный неразрушающий диапазон – это максимальный диапазон, в котором могут функционировать смещение плюс пиковый входной сигнал без необратимого ущерба для прибора. За пределами вертикального рабочего диапазона обеспечение заявленных технических характеристик прибора не гарантируется.
- 3 Основная чувствительность изменяется от 10 мВ до 1 В (полная шкала) для последовательности 1-2-5 грубых установок. Между грубыми установками чувствительность может плавно изменяться с разрешением порядка 1 мВ.

Таблица 6: Электрический импульсный модуль (80E08 или 80E10) – Система TDR

Технические характеристики	Характеристики	
Количество каналов TDR	2	
Режимы работы TDR	Ступенчатый выход с положительной полярностью фронта, выход с отрицательной полярностью и выключение функции выбираются независимо для каждого канала.	
Максимальное входное напряжение TDR	Характеристики не гарантируются для всех сигналов проверяемых устройств. Не подавайте внешние сигналы на вход во время работы функции TDR.	
✓ Время нарастания отраженного сигнала в системе TDR ¹	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Время нарастания отраженного сигнала</i>
	80E08	22 пс или меньше, каждой полярности
	80E10	16 пс или меньше, каждой полярности
Время нарастания отраженного сигнала в системе TDR ¹ , типовое значение	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Время нарастания отраженного сигнала</i>
	80E08	20 пс или меньше, каждой полярности
	80E10	15 пс или меньше, каждой полярности
Время нарастания прямого сигнала в системе TDR, типовое значение	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Время нарастания прямого сигнала</i>
	80E08	18 пс или меньше, каждой полярности
	80E10	12 пс или меньше, каждой полярности
Амплитуда прямого фронта сигнала TDR	±250 мВ, ступенька на нагрузке 50 Ом	
✓ Искажения прямого фронта сигнала TDR ²	При максимальной полосе пропускания пробника, обе полярности TDR: ±1 % или менее в диапазоне от 10 нс до 20 пс перед ступенчатым переходным процессом +12 %, –2 % или менее в области от 14 пс до 400 пс после ступенчатого переходного процесса ±2 % или менее в диапазоне от 400 пс до 5 нс после ступенчатого переходного процесса +1 %, –2 % или менее в области от 5 нс до 100 нс после ступенчатого переходного процесса ±1 % по истечении 100 нс, следующих за ступенчатым переходным процессом	
Диапазон регулировки задержки фронта прямого сигнала TDR, типовое значение	±250 пс, по каждому каналу и каждой полярности	
Разрешение регулировки задержки фронта прямого сигнала TDR, типовое значение	135 фс	
Максимальная частота следования сигналов TDR	200 кГц	

¹ Стандарт 1057 IEEE, раздел 4.8.2, Продолжительность переходного процесса при регистрации отклика на ступенчатый сигнал.

² Стандарт 1057 IEEE, раздел 4.8.4, Выброс и предшествующие.

Таблица 7: Электрические импульсные модули – Система временной развертки

Технические характеристики	Характеристики
Диапазон горизонтальных положений	Минимальная установка горизонтального положения: 29 нс, с внешней прямой синхронизацией.

Таблица 8: Электрические импульсные модули – Механические характеристики

Технические характеристики	Характеристики	
Материалы конструкции	Шасси основных и удаленных модулей изготовлены из алюминиевых сплавов, передняя панель изготовлена из пластикового ламината, печатные платы изготовлены из многослойного стеклотекстолита. Гильзы корпуса и торцевые крышки изготовлены из алюминия.	
Масса (без упаковки)	<i>Импульсный модуль</i>	<i>Вес</i>
	80E07, 80E08	861 г
	80E09, 80E10	868 г, включая два адаптера 2,4 – 2,92 мм
Габаритные размеры	Не учитываются разъемы, защитные устройства разъемов, крышки разъемов, кнопки или фиксируемые аппаратные части, выступающие за пределы передней и задней панелей.	
	Основной модуль	Высота: 25 мм Ширина: 79 мм Толщина: 135 мм
	Удаленный модуль	Высота 25 мм Ширина 55 мм Толщина 75 мм
	Длина кабеля удаленного модуля	2 м

ПРИМЕЧАНИЕ. Об условиях эксплуатации см. в документации, прилагаемой к основному прибору.

Словарь терминов

Погрешность

Близость отображаемого значения к фактическому.

Аналого-цифровой преобразователь

Устройство для преобразования аналогового сигнала в цифровой

Ослабление

Уменьшение значения тока, напряжения или мощности сигнала.

Аттенюатор

Электронный преобразователь, уменьшающий амплитуду сигнала.

Автоустановка

Средство, позволяющее прибору самостоятельно настроиться, чтобы обеспечить создание устойчивого и содержательного изображения данной кривой.

Полоса пропускания

Диапазон частот, с которым работает устройство или система. Полоса пропускания является мерой производительности сети. Аналоговая полоса пропускания измеряется в циклах в секунду. Цифровая полоса пропускания измеряется в битах информации в секунду.

Канал

Место подключения сигнала или подсоединения сети или линии электропередачи к импульсным модулям.

Режим синфазного сигнала

Условия, когда сигналы на обеих сторонах дифференциальной сети совпадают по фазе.

дБ

Децибел: метод выражения отношений мощностей или напряжений. Децибел имеет логарифмический масштаб. Формула определения децибела:

$$dB = 20 \times \log \left(\frac{V_i}{V_{ref}} \right)$$

где V_i – напряжение падающего импульса, а V_{ref} – опорное напряжение.

Диалоговое окно

Отображаемое окно, в котором пользователь вводит команды, адресованные прибору.

Дифференциальный режим

Условия, когда фактический сигнал и его логическое отрицание передаются по паре проводников.

Цифровой сигнал

Сигнал, состоящий из последовательности дискретных импульсов.

Электрическое перенапряжение (EOS)

Электрическое перенапряжение возникает тогда, когда на вход электронного устройства подается напряжение, превышающее максимально допустимый уровень.

Внешнее ослабление

Уменьшение значения тока, напряжения или мощности сигнала за пределами импульсного модуля.

Полное сопротивление

Противодействие сигналу переменного тока в проводе. Полное сопротивление очень похоже на сопротивление сигналу постоянного тока в контуре постоянного тока. Полное сопротивление состоит из активного, индуктивного и емкостного сопротивлений.

Исходный ступенчатый сигнал

Электроэнергия, распространяемая генератором ступенчатого сигнала TDR. Регистрируемая осциллограмма отображает этот ступенчатый сигнал и все отражения, возникающие в проводнике сигнала.

Инициализация

Установка всех параметров основного прибора в исходное состояние, соответствующее настройке по умолчанию.

Внутренний генератор тактовых импульсов

Источник синхронизации, работающий внутри прибора и используемый для синхронизации генераторов ступенчатых сигналов TDR. Доступен также на разъеме Internal Clock Output (выход тактовых импульсов внутреннего генератора) передней панели

«Ро» (ρ)

При проведении измерений методом TDR – отношение исходного ступенчатого сигнала к отраженному. Значение «ро», равное 1, означает полное отражение.

Настройка

Состояние передней панели и системы в определенный момент времени.

TDR

Измеритель отраженного сигнала: прибор, который испускает энергию в виде ступенчатых сигналов и измеряет амплитуду и временной интервал отраженных сигналов. Если скорость передачи энергии по кабелю известна, расстояния до особенностей в кабеле могут быть вычислены и показаны. И наоборот, может быть вычислена скорость, с которой энергия передается по кабелю известной длины. Путь, на котором происходит отражение энергии, и количество отраженной энергии позволяют определить состояние кабеля.

Временные характеристики прохождения сигнала (TDT)

Метод определения характеристик линии электропередачи или сети путем пропускания сигнала через сеть и мониторинга выходного сигнала.

Синхронизация

Электрическое событие, инициирующее регистрацию выборки в соответствии с условиями, определяемыми временной разверткой.

Осциллограмма

Визуальное отображение входного сигнала или комбинации сигналов.

Предметный указатель

А

Автоматические измерения, 25
Автоустановка, 61
Аналого-цифровой преобразователь, 61
Аттенюатор, 61

В

Взаимодействие в системе, 13
Визуальная проверка, 43
Внешнее ослабление, 62
Внутренний генератор тактовых импульсов, 62
Временные характеристики прохождения сигнала, 63
Входное напряжение, максимум, 11
Выбор канала, 13

Г

Генератор ступенчатого сигнала использование, 18, 19, 20
Генерирование ступенчатого сигнала, TDR, 17

Д

дБ, 61
Децибел, 61
Диалоговое окно, 62
Дифференциальные измерения методом TDR, 17, 34
Дифференциальный режим, 62

Е

Единицы «ро», выбор, 25
Единицы по горизонтали, выбор, 25

И

Измерения
Автоматические, 25
Курсор, 27
Измерения методом TDR, 17
Измерения, TDR, 17, 34
Измеритель отраженного сигнала, 63
Инициализация, 62
Исходный ступенчатый сигнал, 62

К

Канал, 61
кнопка SELECT CHANNEL (выбор канала), 13
Команды
Интерфейс программиста, 15
Передняя панель основного прибора, 14
Команды программиста, 15
компенсация, 10
при установке/передвижении импульсных модулей, 10
Компенсация временного запаздывания ступенчатого сигнала TDR, 41
Корректировка базового уровня, 20
Курсорные измерения, 27

Н

Настройка, 63

О

Обнаружение перегоревших входов, 49

Общие положения о безопасности, v
Описание прибора, 1
Опции
Список, 3
Ослабление, 61
Основы работы, 11
Осциллограмма, 63

П

Перегоревшие входы обнаружение, 49
Плоскость отсчета, 41
Погрешность, 61
Полное сопротивление, 62
Полоса пропускания, 61
Практика обращения, 11
Предотвращение электрического перенапряжения, 51
Причины, 51
Принадлежности, 3
Компакт-диск с дополнительным, 4
Список, 3
Стандарт, 3
Приступая к работе, 1
Проверка на наличие повреждений, 49

Р

Рабочая станция, управляемая статическим электричеством, 9
Разъем TEKPROBE, 13
Разъемы, 12
Регулировка, 16
Регулировка задержки распространения, TDR, 41
Режим синфазного сигнала, 61
TDR, 35
«ро», 63

руководства
серийные номера, 3

С

Сборка и затяжка соединений
процедура, 47, 48
советы, 46
Сигнальный разъем, 12
Синфазные измерения методом
TDR, 17, 34, 38
Синхронизация, 63
Список дополнительных
принадлежностей, 4
Справочная информация, 17
Стандартные
принадлежности, 3

Т

Технические
характеристики, 55

У

Установка, 5
Уход за разъемом и
адаптером, 43

Ц

Цифровой сигнал, 62

Ч

Чистка
внешняя поверхность, 16
Чистка разъемов
предосторожности, 44
процедуры, 46

Э

Электрическая схема, 3

Электрическое
перенапряжение, 62
Второй пример
электрического
перенапряжения, 53
Предотвращение, 51
Пример электрического
перенапряжения, 52
Проверка на наличие
повреждений, 51
Электростатический разряд, 7
защита от, 43
процедуры, 43
элементы управления передней
панели, 12

Т

TDR, 63
включение режима
дифференциальных
измерений, 38
Генерирование
ступенчатого
сигнала, 17
Диапазон измерения, 30
дифференциальные
и синфазные
измерения, 39
Дифференциальный
режим, 34
Единицы измерения, 32
Изменение единиц
масштабной сетки, 25
Измерения, 17, 34
Измерения
дифференциального
сигнала, 34
Измерения синфазного
сигнала, 34

Иллюстративные
измерения, 21, 35
индикатор включения, 13
Компенсация временного
запаздывания
ступенчатого
сигнала, 41
неповрежденный
импульсный модуль, 50
Определение скорости
распространения, 31
Основные аспекты
измерений, 28
Причина возникновения
отраженных
сигналов, 29
Проведение
горизонтальных
измерений, 25
проведение измерений, 34,
37, 39, 41
Проведение прецизионных
измерений, 33
Расположение
несоответствий, 31
Регулировка задержки
распространения, 41
регулировка компенсации
временного
запаздывания
канала, 42
Режим синфазного
сигнала, 34, 38
Чтобы провести
измерения, 21